





आधुनिक आविष्कार

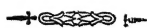


‘साहित्य मण्डल-माला’ की द्वितीयक्रीडकी पुस्तक—

‘रत्नावली-सिरीज’— द्वितीय

# आधुनिक आविष्कार

( विजली तथा नवीन वैज्ञानिक यन्त्र )



लेखक—

आचार्य चन्द्रशेखर शास्त्री

( एम. ओ. पी एच. )



प्रकाशक—

साहित्य-मण्डल

बाजार सीताराम,

दिल्ली ।

70887

• मूल्य तीन रुपया



प्रकाशक—

ऋषभचरण जैन,  
मालिक—साहित्य-मण्डल  
बाजार सीताराम, दिल्ली ।

प्रथम बार

---

सर्वाधिकार सुरक्षित

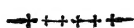
---

१९२६

मुद्रक—

रूप-वाणी प्रिंटिङ्ग हाउस,  
चूरीवालान,  
दिल्ली ।

## प्रकाशकीय आवेदन



‘रत्नावली’-सिरीज़ की दूसरी पुस्तक ‘आधुनिक आविष्कार’ आपके सम्मुख प्रस्तुत है । रेल, तार, हवाई जहाज—आदि अनेक ऐसी वस्तुएँ आज हमारे सामने अत्यन्त उन्नत और सुसंस्कृत रूप में वर्तमान हैं, हम नित्य जिनका व्यवहार और उपयोग करते हैं, किन्तु फिर भी उनके विषय में यह नहीं जानते कि इन चीजों के पीछे क्या ईतहात छिपा हुआ है, कौन-से तत्व पर उनका आविष्कार हुआ और जगत् में आज उनका क्या महत्व है । विदेशी भाषाओं में इस प्रकार के साहित्य पर असंख्य ग्रन्थों का प्रकाशन हो चुका है, पर हिन्दी में अब तक तत्सम्बन्धी पुस्तकों का अभाव है ।

हमें विश्वास है, हिन्दी के पाठक ‘आधुनिक आविष्कार’ को हृदय से अपनायेंगे ।

विनीत—

ऋषभचरण जैन,



# साहित्य-मण्डल दिल्ली ने

अपनी अभूतपूर्व योजना से  
संसार के समस्त महत्वपूर्ण विषयों पर मौलिक ग्रन्थों को  
प्रकाशित करने के लिये—

## भूतनावली-सिरीज़

का प्रकाशन आरम्भ किया है। इसके लगवक तथा  
सम्पादक होंगे भारतवर्ष के प्रसिद्ध विद्वान्  
आचार्य श्री चन्द्रशेखर शास्त्री, एम्. ओ. पी-एच.

इसमें निम्न-लिखित बारह ग्रन्थ निकलेंगे—

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| १—पृथ्वी और आकाश     | ७—विश्व का इतिहास   |
| २—आधुनिक आविष्कार    | ८—प्राणि-विज्ञान    |
| ३—शरीर विज्ञान       | ९—संसार के सपूत     |
| ४—मनुष्य की भावनायें | १०—वनस्पति-विज्ञान  |
| ५—भूमण्डल के देश     | ११—कला और कलाकार    |
| ६—परिचित वस्तुएँ     | १२—संसार का साहित्य |

इनमें से प्रथम दो ग्रन्थ तैयार हो गये हैं। ऑर्डर हाथों-हाथ  
आ रहे हैं। शीघ्रता कीजिए, अन्यथा दूसरे संस्करण के लिए  
ठहरना होगा।

पता—साहित्य-मण्डल ( २० सि०-विभाग )

बाज़ार सीताराम, दिल्ली।

## ‘रत्नावली-सिरीज़’ के नियम

१—इस सिरीज़ में कुल १२ ग्रन्थों का प्रकाशन होगा ।

२—प्रत्येक ग्रन्थ का मूल्य ३) होगा ।

३—॥) प्रवेश-फ्री जमा करके स्थायी ग्राहक बननेवाले व्यक्तियों को इस सिरीज़ की प्रत्येक पुस्तक पौने मूल्य में दी जावेगी ।

४—जो स्थायी ग्राहक प्रत्येक पुस्तक के लिए २॥) मनीऑर्डर या डाक टिकटों-द्वारा अग्रिम भेज देंगे, उन्हें डाक-व्यय कुछ नहीं देना होगा ।

५—जो ग्राहक २४) मनीऑर्डर या चेक-द्वारा एक-मुश्त भेज देंगे, उन्हें बारहों ग्रन्थ प्रति मास बिना डाक-व्यय के घर-बैठे मिल जावेंगे । यह रिधायत केवल आरम्भिक तीन पुस्तकों के प्रकाशित होने तक ग्राहक बननेवाले व्यक्तियों को ही दी जावेगी ।

६—‘साहित्य-मण्डल-माला’ और ‘चित्रपट’ के स्थायी ग्राहक को भी इस माला का स्थायी ग्राहक बनने के लिए पृथक् प्रवेश-फ्री भेजनी होगी ।

७—बुकमेकरों को इस ग्रन्थ की एक भी प्रति नहीं भेजी जावेगी ।

८—उक्त विषय पर पत्र व्यवहार करते समय पते में ‘रत्नावली-सिरीज़-विभाग’ लिखना आवश्यक है ।

पता—साहित्य-मण्डल ( २० सि०-विभाग )

बाजार सीताराम, दिल्ली ।

# विषयानुक्रमणिका



विषय

पृष्ठ

## प्रथम अध्याय

( पुद्गल का अन्तर्हृदय—विजली )	१
आकाश अथवा ईथर	३
विजली को यंत्रीय शक्ति का रूप देनेवाला मोटर	५
प्रकृति किस प्रकार अनेक युगों से विजली से काम ले रही है	६
मनुष्यों का संसार के आश्रयों के विषय में सोचना —	७
रात में कमरे को प्रकाशित करनेवाली विजली	१०
आकाश में से संगीत को पकड़नेवाली आश्चर्यजनक वस्तु	१२
एक सिज़ाई की मशीन या जहाज़ को चलानेवाली विजली	१३

## द्वितीय अध्याय

( विजली क्या है ? )	१५
दो प्रकार की विजली	१७
विजली की उत्पत्ति करनेवाले तीन विद्वान्	१८

विषय	पृष्ठ
बिजली की अत्यधिक शीघ्र गष्ट होनीवाली करेंट	२०
दो जोड़े जुराब पहिननेवाले व्यक्ति का अनुभव	२१
बिजली उत्पन्न करनेवाली मशीनें	२३
पृथ्वी से २०० मील ऊपर आकाश में का विद्युत् प्रकाश	२४
बिजली की चमक और उसकी ५ करोड़ अश्वशक्ति	२५
विद्युत्प्रवाहक किस प्रकार घर की आपत्ति से रक्षा करता है	२६

## तृतीय अध्याय

( ससार को घेरनेवाला शक्ति का महासागर )	२७
इस्पात बोहे की अपेक्षा क्यों अधिक चुम्बक है ?	३०
समान धीजें एक दूसरे को धक्का-देतीं और असमान मिल जाती हैं ।	३२
पृथ्वी के चुम्बकीय ध्रुव	३३
पृथ्वी का चुम्बक-शक्ति रूपी कोट	३७
चुम्बकीय तूफान में सुई पर क्या बीतती है ?	३८

## चौथा अध्याय

( बिजली की लहर )	४०
एक धातु से दूसरी में पानी के समान बहनेवाली महत्वपूर्ण शक्ति	४३
मिश्रणों को तोड़कर तत्व बनानेवाली शक्ति	४४

विषय	पृष्ठ
प्रकृति की कोई वस्तु बिना परिवर्तन के नहीं मिलती	४२
बिजली-प्रतिरोध और उसकी उष्णता की दो बड़ी	
घटनायें	४३
शासन करने, आरम्भ करने और रोकी जाने योग्य	
रहस्यपूर्ण शक्ति	४१
सहस्रों मील भेजी जाने योग्य शक्ति	४२

### पाँचवाँ अध्याय

( डाइनेमो की कहानी )	४३
डाइनेमो-द्वारा उत्पन्न बिजली का भयप्रद दबाव	४४
बड़े-बड़े विद्युत् उत्पादकों को चलानेवाले भरने और	
दरिया	४७
पचास या सौ मील तक बिजली कैसे खेजाई जाती है	४८
फ्र्यूज़-वाक्स और उसका कार्य	६१
मीटर—विद्युत्-मापक-यन्त्र	६३
बिजली का नियमन और वितरण	”

### छठा अध्याय

( बिजली एकत्रित करने का यन्त्र अथवा बैटरी )	६५
यन्त्रीय शक्ति का रसायनिक शक्ति में रूपान्तर	६७
एक सेल के बनाने में २०० टन की बराबरी करनेवाला	
दबाव ( प्रेशर )	६८



विषय	पृष्ठ
ऐक्यूमूलेटरों की उपयोगिता	७०
मोटरकार को पचास मील तक चलानेवाला एडीमन का ऐक्यूमूलेटर	७१
कनाडा के नये ऐक्यूमूलेटर में अधिक उन्नति	७२
बिजली की गाड़ियों में बैटरी के द्वारा सुगमता	७३
सहस्रों रूप में रह सकनेवाली शक्ति	७५

## सातवाँ अध्याय

( बिजली के उपयोग )	७६
बिजली की करंट शक्ति-रूप है	७८
टेलीफोन और टेलीग्राफ	७९
तार ब्रिटिशसाम्राज्य का नाड़ी-चक्र है	८०
समय की आश्चर्यजनक बचत	८०
टेलीफोन	८१
तार-द्वारा चित्रों का भेजना	८२
बेतार का दैनिक समाचार पत्र	८३
बिजली की घंटी	८४
घाग बुझाने की घंटी और अन्य संकेत	८५
टेलीफोन का संकेत	८६
एलेक्ट्रोप्रेटिंग—बिजली-द्वारा सोना और चाँदी का सु- लभ्य करना	८७

विषय	पृष्ठ
बिजली द्वारा ऑक्सीजेन का बनाया जाना	२१
हवा में के नाइट्रोजेन से नाइट्रिक एसिड बनाना	८६
बिजली हृदय की गति का हिसाब रखती है	८७

## आठवाँ अध्याय

( चुम्बक क्या कर सकता है )	८८
आधुनिक चिकित्सा प्रणाली में चुम्बक का स्थान	८९
बिजली की घंटी	९०
बिजली का अभ्यापक घड़ी	९१
बिजली द्वारा हृदय की गतियों का फोटो खींचना	९२
हृदय की गतियों का फोटो खींचने में चुम्बक के आश्रय	९४
आकाश में बिजली की बिगारियाँ	११
बिजली की अपरिमित सामर्थ्य	९६

## नवाँ अध्याय

( विद्युत प्रकाश की कहानी )	९७
रात को सड़कों पर चमकनेवाला शक्तिशाली आर्क लैम्प	९९
कारबन लैम्प का आविष्कार अमरीकन एन्जीनियर	१००
अपनी चमक से संसारको अश्चर्य-चकित करनेवाले लैम्प	१०२
छोटा-सा बक्ख जिस पर बड़ा भारी धन खर्च किया	
• गया है	१०५
नगर को इन्द्र-भवन के समान प्रकाशित करनेवाला	
जादू	१०६

समुद्र में दस लाख कैडिल का प्रकाश

१०८

## दसवाँ अध्याय

( बिजली की भट्टी )

११०

वर्तमान रस-सिद्ध

१११

कारबन का धीरा बनाने की चेष्टा

११३

सबसे अधिक उष्णता पानी से बनती है

११४

भावी सन्तान को प्राप्त होनेवाली असंख्य सम्पत्ति

११६

आर्क की उत्थिति की भयंकर उष्णता

११७

आर्क के फुर्लियों में काम करनेवाला कारीगर आँखों

को क्यों ढके रहता है ११९

बिजली की छोटी-सी भट्टी के अनेक उपयोग

१२०

## ग्यारहवाँ अध्याय

( बिजली के आश्चर्य )

११२

दस लाख वोल्ट की बिजली उत्पन्न करने वाला

डाइनेमो १२५

निम्नागारा किस प्रकार नगर की सड़कों को प्रकाशित

करता है १२६

बिजली उन्नति कर रही है

१२८

## बारहवाँ अध्याय

( बिजली का टेलीग्राफ )	१३०
स्वयं छापने वाला टेलीग्राफ	१३३
लाखों शब्दों वाला मीलों लम्बा काराज का रिबन	१३५
टेली मशीन	१३६
टेली राइटर—हज़ार मील दूर पर हमारी पेंसिल का अनुकरण करने वाली पेंसिल	१३७
टेलीक्ट्रोग्राफ—तार-द्वारा चित्र भेजना	१३८
एक चित्र का बिजली की करंट-द्वारा बनाया हुआ प्रकाश अथवा शोध	१३९
तार-द्वारा अपने हस्ताक्षर भेजना	१४१
टेलीविज़न	१४१
किसी दिन हम सुदूरवर्ती मनुष्यों को भी देख सकेंगे	१४१

## तेरहवाँ अध्याय

( टेलीग्राफ का इतिहास )	१४६
लंदन के बगीचे में आठ मील का तार बनवाने वाला व्यक्ति	१४६
एक व्यापारी तथा एक बुद्धिमान् ने किस प्रकार टेली-ग्राफ बनाया	१४८
संसार को प्रसिद्ध संकेत-शास्त्र देने वाला कलाकार	१४९

विषय	पृष्ठ
आविष्कारों और विचारों से भरा हुआ प्रतापी जीवन १५१	
समुद्र की तलहटी में बिछे हुए पतले समुद्री तार १५३	
समुद्री तार को अपने जाल में खींचने वाला मछियारा १५४	
मध्यमहासागर में तार का टूटकर डूब जाना १५६	
पेट्रोलॉजिक पर विजय १५८	
महासागरों की तली में से संदेश ले जानेवाले समुद्री तार १५६	

## चौदहवाँ अध्याय

टेलीफोन १६१	
हमारे शब्द को उड़ा ले जानेवाली विजली की लहर १६४	
बेतार का टेलीफोन १६६	
टेलीफोन के अन्य आश्चर्य १६७	

## पन्द्रहवाँ अध्याय

( टेलीफोन की कहानी ) १६८	
जादू की बीणा १७०	
टेलीफोन का सर्व प्रथम निर्माता १७२	
एक ही दिन दो आरम्भिक टेलीफोनो का पेटेन्ट कराया गया १७४	
बोलने की मशीन बनाने का प्रयत्न १७६	
विजली के द्वारा आकाश में भेजे गये प्रथम शब्द १७८	

विषय	पृष्ठ
टेलीफोन का संसार प्रसिद्ध होना	१७६
टेलीफोन को बाद में बनाने वाला एलिसा ग्रे	१८१
बेल की सफलता का रहस्य	१८२
बेल का अन्तिम जीवन	१८४
कार्बन-माइक्रोफोन	१८४
ह्यूस् की जीवनी के कुछ संस्मरण	१८७
टेलीफोन में और उन्नति की जा सकती है	१८८

## सोलहवाँ अध्याय

( टेलीफोन एक्सचेंज )	१९०
स्विचबोर्ड के पीछे के तारों का गोरखधन्दा	१९४
टेलीफोन-द्वारा समुद्र पार बातचीत करना	१९५
टेलीफोन के मन्दे शब्द को बलवान् करना	१९६
टेलीफोन सदेश को सुरक्षित रखकर चाहे जब सुना देता है	१९८
ऑटोमेटिक टेलीफोन	१९९
टेलीफोन की संसार में स्थापना	२०१
टेलीफोन के द्वारा अन्तरोष्ट्रीय बातचीत	२०२
भारत में टेलीफोन	२०२
टेलीफोन और उसके नौकरों की संख्या	२०३
लाउड स्पीकर	२०४

## सत्रहवाँ अध्याय

( बेतार का युग )

२०६

बिजली की लहरों को उत्पन्न करनेवाला चतुर जर्मन २०७

किसी कमरे में किसी-किसी समय होनेवाली विचित्र

घटना २०८

बेतार के तार के प्राचीन आविष्कार २११

बेतार के टेलीफोन का आविष्कार २१६

बेतार की एक कठिन समस्या २१६

इंफेज टावर से संसार-भर को समय की सूचना दी

जाती है २१७

## अठारहवाँ अध्याय

( बेतार का टेलीग्राफ )

२१६

पीतल की दो गेंदों के बीच में चमकनेवाली बिगारियाँ २२२

बेतार की लहरों का अचिन्त्य वेग २२३

लम्बेतर के समाचारों की लहरों की लम्बाई २२६

बेतार के समाचार का फोनोग्राफ २३०

बेतार के समाचार का फोटोग्राफ ,,

कोहरे में जहाजको समुद्रमें किस प्रकार मार्ग मिलताहै २३१

बेतार केतार द्वारा खानों के कुन्नियों की रक्षा २३३

बेतार के-द्वारा बिजली की शक्ति को भेजना ,,

## उन्नीसवाँ अध्याय

( बेलार का टेलीफोन )	२३४
गायक ऑर्क	२३६
बेलार के टेलीफोन में शब्द का क्या होता है	२३७
बेलार के वाद्य	२३६
जहाज के कमरे में बैठे हुए यात्री से लड़न के सम्पादन	
का वार्तालाप	२४३
बेलार के द्वारा संगीत, वाद्य और हँसी दिखाने का	
आनन्द लेना	२४४

## बीसवाँ अध्याय

( आश्चर्यजनक किरणें )	२४८
एक्स-किरणों की शक्ति निदान में सहायता	२५१
एक लाख वोल्ट की बिजली देनेवाली बत्ती	२५२
एक्सकिरणों का प्रयोग रक्त और तन्त्रों का पढ़ा क्यों	
पढ़ने रहता है	२५४
„ चिकित्सा में उपयोग	२५६
„ व्यापार में उपयोग	„
„ द्वारा चुंगी की चोरी को पकड़ना	२५७
„ „ जवाहरात की परीक्षा	„
एक्सकिरणें हृत्पात के अन्दर से भी निकल गईं	२५६



## विषय

पृष्ठ

लोहे के अन्दर भाँकना

२६०

एक्स-किरणों के अन्य अनेक प्रयोग

२६१

## इक्कीसवाँ अध्याय

( बिजली की शक्ति का भविष्य )

२६३

ट्रामगाड़ियाँ

२६५

बिजली की रेलगाड़ियाँ

२६६

बिजली की रेल के लिये आवश्यक भारी करेंट

२६८

स्वयं होने वाले सिगनल

”

बिना हाइवर की रेल गाड़ी

२६९

बिजली का भविष्य

२७०

## बाईसवाँ अध्याय

( कोयला और उसके आविष्कार )

२७२

कोयले का युद्ध में महत्व

२७४

भिन्न-भिन्न देशों के कोयले का परिणाम

”

कोयले के द्वारा वाष्प के पम्प का आविष्कार

२७५

कोयले-द्वारा रेल गाड़ी का आविष्कार

२७६

थर्जि संसार का कोयला समाप्त हो जावे

२७७

कोयले की खानों में भय

२७८

कोयले के गर्भ की अमूर्त सम्पत्ति

२७९

## तेईसवाँ अध्याय

( तेल और उसके आविष्कार )	२८०
पृथ्वी में मिट्टी का तेल कहाँ से आया	२८१
प्रति वर्ष निकलनेवाले तेल का परिमाण	२८३
कोयले की अपेक्षा तेल अधिक लाभप्रद है	२८४
कोयले का स्थान तेल कभी नहीं ले सकता	२८५
तेल से मिलने वाले उपयोगी पदार्थ	२८६
समुद्र की जहाजों के समान पार करनेवाली बड़ी-बड़ी टंकियाँ	२८६
तेल कोयले से निकाला जावेगा	२८७

## चौबीसवाँ अध्याय

( वाष्प और उसके आविष्कार )	२९१
कड़ाई को आँच पर रखने से क्या होता है	२९२
पर्वत के शिखर पर पानी क्यों शीघ्र उबलता है	२९३
वाष्प के यंत्रों का आविष्कार	२९४
वाष्प का प्रथम एंजिन	२९५
इसमें उन्नति करने वाला चतुर बालक	२९६
जेम्सवॉट के आविष्कार	२९७
कम्पाउन्ड एंजिन का आविष्कार	२९७
बार्न स्टेफेनसन का आविष्कार	२९८

विषय	पृष्ठ
वाष्प के जहाज़ का आविष्कार	३००
टर्बाइन का महत्वपूर्ण आविष्कार	३०१

## पच्चीसवाँ अध्याय

( गैस और उसके आविष्कार )	३०३
हमारे शरीर को उष्णता को बनाये रखने वाले गैस	३०५
खानों के अन्दर के प्राणवातक गैस	३०६
विलियम मरडाक और उसके भयंकर प्रयोग	३०७ १
अगुस्तरी को प्रकाशित देखने वाला जड़का	३०७ १
गैस के द्वारा प्रथम प्रकाशित होने वाली कार्बोवाक् की	
भौपदी	३०८
गैस के विचार पर हंसने वाले महान् पुरुष	३१०
गैस के प्रकाश का सार्वजनिक प्रचार	३११
गैस बनानेवाली भयंकर उष्णता	३११
गैस बनाने में नवीन आविष्कार	३१२
गैस-निर्माण में मिलने वाली उपयोगी वस्तुएँ	३१२
गैस को शुद्ध करने की विधि	३१३
गैस एकत्रित करने की बड़ी-बड़ी टंकियाँ	३१५
पानी के गंध रहित गैस की प्राणवातकता	३१६
गैस के द्वारा भोजन बनाना	३१७
गैस की विस्फोटक प्रकृति	३१७

**छब्बीसवाँ अध्याय**

( जहाज़ )	३१६
जहाज़ों की शतवर्षीय उन्नति	३२१
जहाज़ में बिजली का महत्व	३२२
संसार की कहानी को महासागर में बतलाने वाले	
समाचार-पत्र	३२३
जहाज़ में प्रयोग में आने वाले अनेक उपयोगी यन्त्र ,	
समुद्र के बढ़ते रहने वाले मानचित्र	३२५
जहाज़ का आमोद-प्रमोद	३२६
एक आधुनिक जहाज़ की निराली शीत	”

**सत्ताईसवाँ अध्याय**

( रेलगाड़ी )	३२६
संसार में रेलों का विकास	३३०
रेलों के न बढ़ने का प्रबन्ध	”
बिजली के द्वारा किस प्रकार रेलों की टक्कर को बचाया	
जा सकता है	३३२
बिजली की रेलगाड़ियाँ	३३४

**अठ्ठाईसवाँ अध्याय**

( मोटरकार )	३३५
-------------	-----

विषय	पृष्ठ
मोटरकार का ऍजिन	३३७
मोटर के ऍजिन की आश्चर्यजनक उन्नति	३४०
<b>उनतीसवाँ अध्याय</b>	
( हवाई अहाज )	३४१
प्राचीन भारत में विमानों का अस्तित्व	,,
थोरोर में किया हुआ आरम्भिक प्रयत्न	३४२
आजकल काम आनेवाले हवाई जहाज के तीन नमूने	३४६
आकाश में उड़ने वाले बड़े-बड़े जहाज	३४७
कोमल हवाई जहाज के ढाँचे की सीढ़ी लम्बी आतु	३४८
हवाई जहाज के अन्दर की सुविधाएँ	३५०
हवाई जहाजों के ठहराने का प्रबन्ध	,,
हवाई जहाजों की गति	३५१
हवाई जहाजों में उन्नति के अन्य बिचार	३५२
हवाई जहाजों का व्यवहारिक रूप	३५४
भारतवर्ष में हवाई जहाजों का उपयोग	३५६
फ्लाइट क्लब	३५७
दुर्घटनाएँ	३५८

## तीसवाँ अध्याय

( उपसंहार )	३६६
शक्ति का एक नया सोधन	,,

( थ )

विषय	पृष्ठ
शक्ति देने वाला आश्चर्य-जनक भारतीय वृक्ष	३६०
सूर्य-द्वारा चलाया हुआ एंजिन	३६१
वायु की चक्की	३६३
ज्वालामुखियों की शक्ति	३६२
जल की शक्ति	३६३
गैस से शक्कर बनाना	३६३
बिजली का भविष्य	३७

---



## भूमिका

सूर्य पूर्व से निकलकर पश्चिम में जाया करता है। सभ्यता का प्रकाश भी पूर्व से निकलकर ही पश्चिम में गया है। ऐतिहासिक विद्वान इस बात को भली प्रकार जानते हैं कि संसार में सभ्यता का विस्तार सबसे पूर्व भारत में ही हुआ था।

प्राचीन भारत में सभ्यता का विकास चरमसीमा पर था। प्राचीन भारत के आचार, व्यवहार, ज्ञान, विज्ञान, साहित्य तथा नीतिशास्त्र-आदि सभी उच्चकोटि के थे। राम-गवण तथा महाभारत के युद्धों के वर्णन में भारतीय विज्ञान के जिस उच्चकोटि के रूप का परिचय मिलता है, उस पर पहुँचने के लिए योरोपीय विज्ञान को अभी अनेक शताब्दियों तक प्रतीक्षा करनी पड़ेगी।

किन्तु प्रकृति के नियम अटल होते हैं। उनमें लेश-मात्र भी अन्तर नहीं पड़ता। पृथ्वी के सौरमण्डल तथा ब्रह्माण्ड के गोल होने के कारण प्रकाश पूर्व से पश्चिम को



ही जाता है। प्राचीन ज्ञान तथा विज्ञान-आदि का प्रकाश भारत से क्रमशः यूनान-आदि देशों में होता हुआ योरोप पहुँचा और इस समय वह क्रमशः अधिकाधिक विकसित होता जाता है।

जो योरोपवासी सिकन्दर महान् के भारत-आक्रमण के समय भी बिल्कुल असभ्य दशा में थे—आज अपने को, संसार को सभ्यता का पाठ पढ़ानेवाले समझते हैं। आज गुरुजी गुड़ ही रह गए और चेला जी शक्कर बन गए। आज भारतीयों का ज्ञान-विज्ञान क्रमशः कम होता जाता है और योरोपवासी क्रमशः उन्नति करते जाते हैं।

इस पुस्तक में पाश्चात्य-विज्ञान के आविष्कारों के इतिहास को सरल भाषा में लिखते हुए बतलाया गया है कि किस प्रकार असफलताओं का सामना करते हुए भी पाश्चात्य वीरों ने वर्तमान विज्ञान में उन्नति की।

संसार में आज जितने भी नवीन आविष्कार दिखलाई देते हैं, उन सब का मूल कारण बिजली है। अनादिकाल से बादलों में चमकनेवाली बिजली को भी मनुष्य के अध्य-वसाय और परिश्रम के सामने पराजय स्वीकार करके उसकी इच्छा का दास होना पड़ा। यदि आज बिजली का आविष्कार न होता, तो सम्भवतः वर्तमान आविष्कारों में से एक भी दिखलाई न देता।

वर्तमान आविष्कारों में बिजली के इस भारी महत्व

के कारण ही इस ग्रन्थ को बिजली के वर्णन से आरम्भ किया गया है। इसमें बिजली के यथार्थरूप का वर्णन करते हुए बिजली के आविष्कार की कहानी को सरल ढंग पर बतलाया गया है। बिजली के ही प्रसंग में बिजली के मुख्य आधार—डाइनेमो, बैटरी, मैग्नेट, विद्युत्प्रकाश और बिजली की भट्टी का वर्णन किया गया है। इस ग्रन्थ में इन सबके इतिहास के साथ-साथ इन वस्तुओं के आकार तथा कार्य-शैली का भी वर्णन करने का उद्योग किया गया है। इस ग्रन्थ में बिजली के टेलीग्राफ तथा टेलीफोन के इतिहास का वर्णन तो इतने रोचक ढंग से किया गया है कि वह निर्वाचित विषयवाली पाठ्य-पुस्तकों में स्थान पाने योग्य है।

बेतार का तार आजकल संसार का सब से बड़ा आश्चर्य बना हुआ है। आज इसके द्वारा (रेडियो से) संसार-भर के आमोद-प्रमोद में भाग ले सकते हैं। इस पुस्तक में बेतार के टेलीग्राफ, टेलीफोन और रेडियो का पृथक्-पृथक् ऐतिहासिक क्रम से वर्णन दिया गया है।

एक्स-किरणों ने तो आज न-केवल चिकित्सा में, वरन् उद्योग-धन्यो के क्षेत्र में भी अद्भुत क्रान्ति कर दी है।

ट्राम गाड़ियाँ, बिजली की रेलगाड़ियाँ तथा बिजली के अन्य मोटे-मोटे आविष्कारों को भी इस ग्रन्थ में इतिहास-क्रम से स्थान दिया गया है।

शक्ति के साधन इस समय बिजली के अनिरिक्त कोयला, तेल, वाष्प और गैस भी हैं। महायुद्ध तथा वर्तमान इटली-एबीसीनिया युद्ध ने इनके अन्तर्राष्ट्रीय महत्व को भली प्रकार प्रमाणित कर दिया है। इस ग्रन्थ में इन चारों का वर्णन देते हुए दिखलाया गया है कि किस प्रकार इन चारों के कारण भी वर्तमान सभ्यता की अनेक वस्तुओं का आविष्कार हुआ। यह स्मरण रखने का बात है कि वर्तमान एञ्जिन तथा रेलगाड़ियों का आविष्कार कोयले और वाष्प ने ही किया है।

यद्यपि प्राचीन भारत में जल-सेनाओं का विभाग बड़ा भारी महत्वशाली था, किन्तु वह सब जहाज़ बहुत बड़े-बड़े होने पर भी डॉड और वायु के पालों से ही चलते थे। वर्तमान सभ्यता ने जहाज़ों को पहले कोयले और वाष्प से, फिर तेल से और अब बिजली से भी चलाना आरम्भ कर दिया है। इस समय जहाज़ों की एकदम ही कायापलट होगई है। प्राचीन काल में समुद्र-यात्रा एक अपत्ति समझी जाती थी, तो इस समय वह एक आमोद-प्रमोद समझी जाती है।

वर्तमान सभ्यता का सब से बड़ा आविष्कार हवाई जहाज़ है। यह नहीं कहा जा सकता कि प्राचीन भारतीय विमानों और वर्तमान हवाई जहाज़ों में क्या अन्तर है।

इस प्रकार वर्तमान आविष्कारों के सम्बन्ध में जानने

( फ )

योग्य सभी बातों को इस पुस्तक में देने का यत्न किया गया है।

संसार आविष्कारों की उन्नति के पथ पर अत्यन्त शीघ्रता से दौड़ता चला जा रहा है। अतः सम्भव है कि इस पुस्तक के निकलने के वर्ष-भर के अन्दर-ही-अन्दर इतनी उन्नति हो जावे कि यह पुस्तक भी पुरानी जान पड़ने लगे।

यदि पाठको ने पुस्तक के इस संस्करण को शीघ्र समाप्त कर दिया, तो इसका अगला संस्करण इसकी अपेक्षा बहुत अधिक उत्तम होगा।

आशा है कि पाठक इस पुस्तक की त्रुटियों पर ध्यान न देकर इसके गुणों को ही ग्रहण करके लेखक के उत्साह को बढ़ायेगे।

देहली  
८ दिसम्बर, १९३५ ई० } चन्द्रशेखर शास्त्री



‘हिमालय एयरवेज लिमिटेड’ का एक हवाई जहाज

## प्रथम अध्याय



### आधुनिक आविष्कार

( पुद्गल का अन्तर्हृदय-विजनी )

लगभग एक सहस्र वर्ष-पूर्व कुछ गडरियो को इस बात का अनुभव करके अत्यंत आश्चर्य हुआ कि उनकी लग्गी के कच्चे लोहे के कुलावे में पथरीली-चिकनी मिट्टी चिपट जाती है।

यदि गाँव में किसी की आँख में गोहरी या अँजनन्यारी निकल आती है, तो उससे कहा जाता है कि वह अपनी उँगली को हाथ की हथेली पर घिस-घिस कर उस अँजनन्यारी पर लगावे। इस प्रकार उँगली घिसने से तुरन्त अनुभव हो जाता है कि उँगली गरम हो उठी, वही गरम-गरम उँगली आँख पर लगाने से अँजनन्यारी नीचे बैठ जाती है।

एक जंगल में बाँस के बहुत से पेड़ हैं। अचानक वहाँ आँधी चलती है। बाँस के पेड़ आपस में रगड़ खाते हैं, रगड़ से चिगारी उत्पन्न होती है, और सारे जंगल में आग लग जाती है।

इसी प्रकार हाथ से हाथ मलने पर, अँग-से-अँग तथा कपड़ों की रगड़ लगने पर अथवा दो पुद्गलों के सघर्षण पर उष्णता निकलता देखी जाती है। यह उष्णता क्या है ?

यह उष्णता वास्तव में बिजली अथवा विद्युत् है। किसी वस्तु में बिजली उत्पन्न होकर चुम्बक-शक्ति ( Magnetism ) भी उत्पन्न हो जाया करती है।

आज इस शक्ति ने संसार में क्रान्ति उत्पन्न कर दी है। चुम्बक-शक्ति और विद्युत् ने इतना भारी जादू कर रखा है कि मनुष्य का शब्द लंदन से अमरीका में सुनाई दे सकता है, इसी के द्वारा एक जलप्रपात की शक्ति में सैकड़ों मील दूर की ट्रामगाड़ी चलाई जा सकती है, इसी के द्वारा पृथ्वी की मिट्टी से मोटर-कार की, चमकीले गैल्यू-मिनियम की, छत बनाई जा सकती है।

बिजली पुद्गल का हृदय है, क्योंकि वर्तमान नवीन आविष्कारों ने सिद्ध कर दिया है कि पृथ्वी की प्रत्येक वस्तु परमाणुओं ( Atoms ) से बनी होती है। यह परमाणु भी बिजली के छोटे-छोटे अंश अथवा विद्युत् अंशों ( Electrons ) से बने होते हैं। विद्युत् के रहस्य

को पुद्गल ( Matter ) अपने हृदय में करोड़ों वर्षों से छिपाये हुए है। पृथ्वी की रचना में, जहाँ तक पता लगाया जा सका है, सृष्टा-द्वारा उपादान-कारण के रूप में बिजली ही का उपयोग किया गया है। वास्तव में संसार की प्रत्येक वस्तु बिजली से बनी हुई है।

### आकाश अथवा ईथर

इस प्रकार हमारे चारों ओर प्रतिदिन-प्रतिक्षण बिजली के अनेक चमत्कार होते रहते हैं। इस विस्तृत आकाश में सूर्य के चारों ओर परिक्रमा देने वाली पृथ्वी एक छोटे से कण के समान है। किन्तु स्वयं आकाश में भी एक अत्यंत सूक्ष्म और दुर्लभ पदार्थ भरा हुआ है। इसे विज्ञान-वादी ईथर ( Ether ) अथवा आकाश कहते हैं। यदि इस अदृश्य ईथर में एक छड़ी घुमाई जावे अथवा एक पत्थर फेंका जावे, तो उसमें आन्दोलन ( Agitation ) हो सकता है। एक तालाब अथवा झील का जल, यदि उसे हिलाने-जुलाने के लिए हवा न हो, तो शान्त रह सकता है, किन्तु ईथर सदा अशान्त अवस्था में रहता है।

उसमें करोड़ों और अरबों आकार-प्रकार की लहरे लगातार उत्पन्न होती रहती हैं। सूर्य का प्रकाश, रसोई की अग्नि की उष्णता, बेतार के संकेत और 'एक्स-किरण' ( X-rays ) आदि इन्हीं लहरों में से होकर आती हैं। कोई-कोई लहर तो इतनी छोटी होती है कि एक इंच के



अन्दर लगभग १ करोड़ आ जाती है। दूसरी किरणों इतनी लम्बी होती है कि वे एक पर्वत की चोटी से दूसरे पर्वत की चोटी, लगभग बीस मील के अन्तर तक, पहुँचती है। किन्तु वे ईथर में से एक-सी ही गति से, एक सेकिड में तीन सहस्र बार जाती है। उनमें वास्तविक अन्तर केवल उनकी सख्या का है, जो लहरों के एक शृङ्खला-रूप में एक दूसरे के बाद आती है और एक सेकिड में ही दिये हुए बिन्दु से आगे बढ़ जाती है।

अब थोड़ी देर के लिए ईथर की इन लहरों को छोड़कर हमें देखना है कि इस सर्वव्यापी शक्ति के आविष्कार का प्रकृति पर क्या प्रभाव पड़ रहा है ?

इस समय हम ऐसे युग में रहते हैं, जिसमें हमने शक्ति का रूप-परिवर्तन करना सीख लिया है। निआगरा के शक्ति-शाली जल-प्रपात को शक्ति बहुत वर्षों से व्यर्थ जा रही थी। आज उसका आश्चर्यजनक उपयोग हो रहा है।

तेज बहने वाला जल, पानी के एक ऐसे पहिये में से होकर गुजरता है, जो अत्यधिक तीव्र-गति से घूमता है। उस पहिये के डंडे में ऐसी मशीन लगी है, जो मशीन की शक्ति को बिजली का रूप दे देती है। यह बिजली ताम्बे के तारों में से होकर ईथर में पहुँचती है। यहाँ से इसे किसी भी नेश्चित स्थान पर ले जाया जा सकता है।

## बिजली को यंत्रीय-शक्ति का रूप देने वाला मोटर

यहाँ बिजली को बिजली के मोटर-द्वारा फिर यंत्रीय-शक्ति ( Mechanical power ) का रूप दे दिया जाता है। मशान के मैग्नेटो ( चुम्बको ) के चारो ओर बिजली की लहरे बहती हैं। मैग्नेट आरमेच्योर से सम्बंधित होता है। अतएव बिजली की शक्ति से इस आरमेच्योर को शीघ्रता से घूमना पड़ता है। यह मोटर सब प्रकार की मशीनों को चलाता है। वह उन बड़े-बड़े पिजरो को चलाता है, जिनमें बैठकर मजदूर पृथ्वी के गर्भ में पहुँचते और फिर वापिस आते हैं। यह न-केवल इन तथा अन्य मशीनों को चलाता ही है, वरन् प्रकाश भी देता है।

एक ढलाई का कारखाना है, जहाँ कच्ची धातु के टूटे हुए ढेरों को भट्टी-द्वारा गली हुई धातु में परिणित कर बड़ी-बड़ी छड़ों के रूप में ढाला जाता है। यह छड़े इतनी भारी होती हैं कि इनको उठाना एक आदमी के वश का नहीं। लेकिन बिजली के मैग्नेट-द्वारा इन्हें सहज ही उठाया जा सकता है। बिजली का यह मैग्नेट ( चुम्बक ) लोहे का एक ऐसा हाथ होता है, जो बिजली के जादू से, दैवी शक्ति से भर जाता है और दस टन ( - ८० मन ) धातु को ऐसी सुगमता से उठा लेता है, जैसे बच्चा एक पख को उठाता है। यहाँ यह स्मरण रखना चाहिये कि मशीन चलाने, प्रकाश बनाने और बहुत भारी

धातु को उठाने आदि का यह सब काय, दूर-स्थित उसी एक जल-प्रपात की शक्ति का चमत्कार है।

**प्रकृति किस प्रकार अनेक युगों से बिजली से काम ले रही है।**

वर्तमान युग में बिजली की उन्नति बड़ी शीघ्रता से हुई है और हो रही है। सहस्रो वर्षों तक, बिजली के अस्तित्व के प्रथमाभास के बाद से, मनुष्यों ने सदा ही बिजली पर आश्चर्य प्रगट किया है; किन्तु अनेक युगों से प्रकृति बिजली से बराबर काम लेती रही। उदाहरण के लिये, प्रकृति पौदों की जड़ में ऐसे-ऐसे छोटे-छोटे रेशे बनाती है कि वह बिजली की शक्ति से पृथ्वी में से अपनी खुराक को निकालते है। यह जड़े वायु-मण्डल-सम्बन्धी बिजली को एकत्रित करती हुई पौदों की वृद्धि के विज्ञान में बड़ा महत्वपूर्ण कार्य करती है। चुम्बक-शक्ति ( Magnetism ) से सब से प्रथम चीनियों ने कार्य लिया था। उन्होंने अस्थायी कुतुबनुमा ( Crude Compasses ) बनायीं थी, जो उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों का पता चलने से भी बहुत पूर्व जहाजों को दिशा बतलाने में सहायता देती थी।

सौ वर्ष-पूर्व इन स्वाभाविक वस्तुओं में विद्वानों में, प्राचीनकाल की अपेक्षा, विशेष रुचि उत्पन्न हुई। चुम्बक-शक्ति ( मैग्नेटिज्म ) का अध्ययन तथा कुछ देखी हुई

विचित्र वस्तुओं की व्याख्या करने का उद्योग किया गया । किन्तु बिजली के आश्चर्यजनक भविष्य तथा उसके द्वारा राष्ट्रों के जीवन में दिये जाने वाले अत्यधिक महत्वपूर्ण योग की अभी तक किसी ने कल्पना भी न की थी ।

### मनुष्यों का संसार के आश्चर्यों के विषय में सोचना

लगभग एक शताब्दी पूर्व, जब मनुष्य का ज्ञान इतना अधिक बढ़ गया कि वह अपने चारों ओर की विशेष घटनाओं और शक्तियों का कारण खोजने लगा, तो ज्ञात हुआ कि इन शक्तियों का न-केवल अनुकरण ही, वरन् उन्हें उत्पन्न भी किया जा सकता है । मानव-बुद्धि उन पर भरोसे प्रकार विजय प्राप्त कर सकती है ।

आरम्भ में अनेक मूखतापूर्ण सिद्धान्त प्रचलित किये गये । विचित्र-विचित्र घटनाओं की ऐसी-ऐसी अनेक व्याख्याएँ की गईं, जो बाद में गलत साबित हुईं । किन्तु ज्यों-ज्यों समय बीतता गया, वास्तविक विज्ञान का युग आरम्भ हो गया । इस समय केवल घटनाओं की ही गणना की जाती थी बहुत शीघ्र ही यूरोप के विभिन्न विभागों के दार्शनिकों ने, विशेष कर इंग्लैण्ड, फ्रांस और जर्मनी वालों ने, बिजली और चुम्बक-शक्ति के ज्ञान को थोड़ा-थोड़ा करके विस्तृत किया । उसी नांव पर आज का संसार खड़ा है ।

हम वाष्प के एक शक्तिशाली एंजिन की अथवा दस

लाख 'हॉर्सपावर' वाले जल-प्रपात की शक्ति को बिजली के रूप में परिवर्तित कर सकते हैं। किन्तु जो लोग इसको प्रकाश, उष्णता अथवा शक्ति के लिये प्राप्त करना चाहते हैं, उनमें इसे किस प्रकार बाँटा जावे, इन सब समस्याओं को एक आश्चर्यजनक ढंग पर सुलझा लिया गया है।

बिजली उत्पन्न करने के प्रत्येक बड़े केन्द्र पर एक मुख्य 'स्विचबोर्ड' (ताली का तख्ता) होता है। इस से फैक्टरियों (कारखानों) ट्रामों और जनता के घरों को बिजली भेजने के तारों का सम्बन्ध होता है। बिजली वालों ने इतना सुन्दर प्रबन्ध किया हुआ है कि सौ 'हॉर्स-पावर' की आवश्यकता वाली ट्राम को 'सौ हॉर्स पावर' की बिजली दे देते हैं, और थोड़ी सी आवश्यकता वाले एक साधारण गृहस्थ को थोड़ी सी बिजली दे देते हैं।

बिजली वाले नगरों में प्रायः सड़क की जमीन के नीचे बिजली के तार बिछे होते हैं। इनमें से कुछ तार कारखानों या बिजली की ट्राम को बड़ा भारी शक्ति ले जाते हैं और दूसरे हल्के-से-हल्की करंट को,—जो टेलीफोन अथवा तार के संदेश भेजने में काम आती है। सिर के ऊपर प्रायः

❧ 'हॉर्सपावर' शब्द का अर्थ बोड़े की शक्ति है, बिजली की शक्ति को नापने के लिये एक बोड़े में जितनी शक्ति अनुमानतः होनी चाहिये, उतनी बिजली को इकाई (Unit) मान कर उसी से विभिन्न मशीनों की ताकत का मान बतलाया जाता है।

समाचार के तार होते हैं, जो बिजली की करेट को ईथर के अन्दर स बड़ी-बड़ी दूर के नगरों में ले जाने में सहायता देते हैं। बिजली की मोटर अपने आप ही तेज जाती है। उसमें अपना निज का बिजली का भंडार है, जो एक ऐसे सन्दूक में सुरक्षित होता है, जिसमें बैटरी का सन्दूक होता है। उसमें पर्याप्त शक्ति जमा रहती है। हम अपनी जेब में बिजली की 'टॉर्च' रख सकते हैं, जिसके बटन को जरा-सा दबाने पर फौरन बिजली का चौधिया देने वाला प्रकाश निकलने लगता है। इस 'टॉर्च' के अन्दर एक बैटरी रखी होती है, जिसमें रसायनिक प्रक्रिया होने से बिजली की करेट उत्पन्न होकर बिजली का प्रकाश निकलता है।

बिजली की घंटी उगली धरते ही बजने लगता है। स्विच पर उंगली धरने से एक बच्चा भी कमरे को प्रकाशित कर सकता है। एक ताली (Lever) के छूने मात्र से ही हजार 'हॉर्स पावर' की मशीन भी चलने लगती है। एक बटन को दबाने ही से लिफ्ट-द्वारा एक दर्जन मनुष्य भी मकान की छत पर पहुँच सकते हैं। यह सब बिजली का स्वाभाविक जादू है।

बिजली के निर्माण, एकत्रित होने और दूर-दूर के स्थानों तक पहुँचाने की अद्भुत कहानियाँ पृथ्वी-भर में भरी हुई हैं। समुद्र के नीचे रहने वाला बिजली का तार इसका अच्छा उदाहरण है। ऐटलांटिक महासागर की तली में

बहुत से तार फैले हुए हैं, जिनके द्वारा इंग्लैण्ड-निवासी अमरीका से बात-चीत कर सकते हैं। सबसे हल्की करेन्ट केवल इन लम्बे-लम्बे समुद्री तारों-द्वारा भेजी जा सकती है। इनके द्वारा भेजे हुए संवादों को लेने के लिए भी अत्यंत कोमल यंत्रों की आवश्यकता होती है। इन तारों की समुद्र से रक्षा करने का अनुभव बहुत वर्षों में प्राप्त किया जा सका है।

कुछ प्राचीन समुद्री तारों को डालते समय इंजीनियर लोग सेलीनियम ( Selenium ) नाम के एक पदार्थ को नापने के लिए डाला करते थे। संयोगवश उनको यह पता लग गया कि इस पदार्थ का प्रभाव बिजली पर दिन और रात में भिन्न-भिन्न प्रकार का होता है। यह प्रकाश को शीघ्र पकड़ने वाला था। कुछ वर्षों के पश्चात् सेलीनियम से केवल समाचार के तारों द्वारा फोटो भेजने का ही काम नहीं लिया गया, वरन् एक रूहमर ( Ruhmer ) नाम के जर्मन इंजीनियर ने उसकी सहायता से बिना तार के भी, तीन या चार मील के अन्तर से, बात-चीत करना संभव कर दिया।

**रात में कमरे को प्रकाशित करने वाली बिजली**

एक आश्चर्य के बाद दूसरा आश्चर्य बड़ी शीघ्रता से आता गया। सबसे अधिक आश्चर्य, बिना तार के ही, आकाश में से बिजली की शक्ति को भेजना है। कुछ वर्ष

पूर्व मारकोनी ( Marconi ) ने बिना तार के सौ गज पर सन्देश भेजा था। उसके थोड़े दिनों बाद ही एक या दो मील पर भेजा गया, फिर ब्रिटिश चैनल के पार भेजा गया और फिर ऐटलांटिक महासागर के पार अमरीका में भेजा गया। अब शून्य आकाश में बारह सहस्र मील तक, बिना तार के ही, समाचार भेजा जा सकता है। बिना तार का तार विश्व-भर में फैल गया है। हम बिजली की उन लम्बी लहरों से काम लेते हैं, जो बिना तार के उस प्रकाश की लहरों के ही समान है, जिनको सूर्य लाखों वर्षों से अपने में से निकाल रहा है।

जब हम बिस्तर पर सो जाते हैं, तो कमरा इन लहरों से भर जाता है। उनमें से कुछ तो दीवारों और हमारे शरीर तक में प्रवेश कर सकती है। पानी की एक बूंद स्याही-चट कागज पर फैल जाती है, क्योंकि वह कागज के अति छोटे छिद्रों में प्रवेश कर फैल जाती है। शक्कर का एक ढेर, आकार में बिना बड़े हुए ही, पानी के एक नियत परिमाण को चूस लेता है।

ईश्वर सब कहीं मार्ग पा लेता है और प्रत्येक वस्तु के छिद्रों में घुस जाता है। यह प्रत्येक वस्तु को बनाने वाले परमाणुओं ( atoms ) के बीच के आकाश में है। अतः एव इस अदृश्य संचालक का अस्तित्व सब कहीं बराबर रहता है।



## आकाश में से संगीत को पकड़ने वाली आश्चर्यजनक वस्तु

बिना तार के समाचार की लहर प्रायः बड़ी भारी और लम्बी-चौड़ी होती है। उसके मार्ग में सब कहीं ईथर गतिशील रहता है। बिना तार के समाचार लेने वाला यंत्र, यदि वह पर्याप्त शीघ्र-ग्राहक है, तो मनुष्य के शब्द, सङ्गीत अथवा दूर-दूर के समाचारों को भी ग्रहण कर लेगा। प्रकाश, उष्णता अथवा बिना तार की लहरों से ईथर कभी शान्त नहीं होता। इस प्रकार चारों ओर से बिजली की लहरों के एक बड़े भारी समुद्र में डूबे हुए, हम घर तथा बाहर का और अपना कार्य करते रहते हैं।

न केवल इतना ही, वरन् प्रत्येक वस्तु बिजली से ही बनी हुई है। बिजली दो प्रकार की होती है। धन अथवा पॉजिटिव (Positive) और ऋण अथवा नेगेटिव (Negative)। इसका पता लगे अभी अधिक वर्ष नहीं हुए कि स्वयं पुद्गल (Matter) भी, जिसकी रचना-सामग्री से सम्पूर्ण विश्व बना हुआ है, केवल पॉजिटिव और नेगेटिव बिजली के सुसंगठित ढेर के अतिरिक्त और कुछ नहीं है।

सोने, चाँदी अथवा हमारे साँस लेने के 'ऑक्सीजन' को अथवा हमारे पीने के पानी ही को ले लीजिये। यह

सभी भिन्न-भिन्न परमाणुओं से बने हुए हैं। प्रत्येक परमाणु एक प्रकार का छोटा-सा सौर-जगत् है—वह नेगटिव विद्युत् अंशों ( Electrons ) से बना हुआ पाजोटिव बिजली के केन्द्र के चारों ओर घूम रहा है। हम जानते हैं कि एक हीरा और कोयले का टुकड़ा लगभग एक ही पदार्थ है। एक चमकदार बिल्लौरी पत्थर के टुकड़े और समुद्र की बालू की रचना-सामग्री में कोई अन्तर नहीं और यह कि प्रकृति अपनी सामग्री को विभिन्न रूपों में सजाती रहती है। किन्तु हमारे चारों ओर की सभी वस्तुएं बिजली से बनी हुई हैं, और इसी शक्ति से प्रत्येक वस्तु की रचना की गई है। सारांश यह है कि हम बिजली के अदृश्य संसार में रहते हैं और उसी के हैं।

### एक सिलाई की मैशिन या जहाज़ को चलाने वाली बिजली।

बिजली का सब से बड़ा आश्चर्य उसके वे विचित्र रूप हैं, जिनमें यह रहती है। सब से प्रथम यह वह सार्व-जनिक साधन है, जिससे प्रत्येक वस्तु ली जाती है। फिर यह बादलों में बिजली की लहर के रूप में एक राजसो-रूप में रहती है। एक क्षण-मात्र में ही यह चमक कर आँखों को चौंधिया देती है। वह एक सेकिंड के भी बहुत छोटे से भाग में पाँच करोड़ 'हॉर्स-पावर' की बिजली को

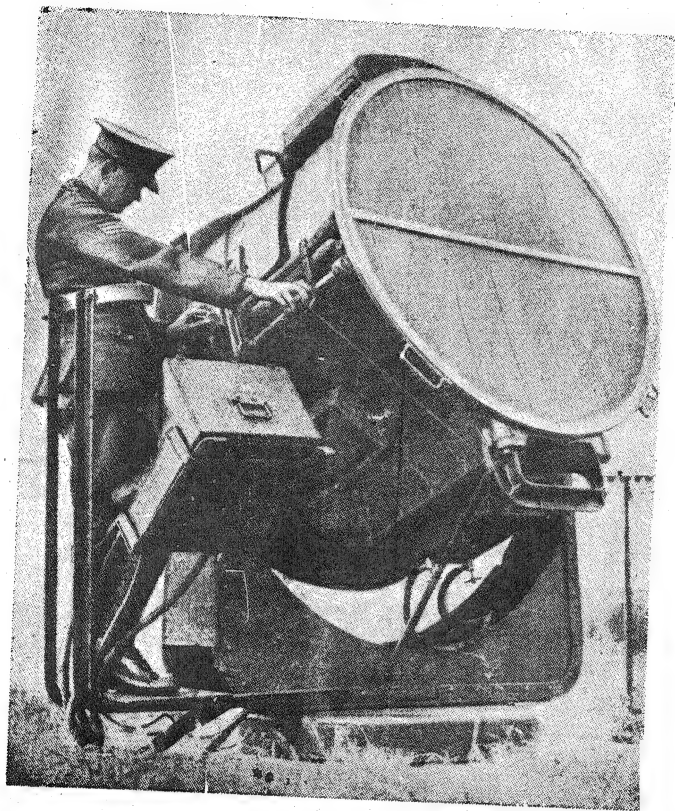
छोड़ देती है। यह बिजली की लहर के रूप में ठीक-ठीक तौर से शासन में की जा सकती है और एक साधारण सीने की मशीन से लेकर बड़े भारी जहाज तक को चलाती है। उससे आलुओं को गलाने की साधारण उष्णता अथवा इतनी अधिक उष्णता भी ली जा सकती है, कि जिसमें एक रसायन शास्त्री ऐसी-ऐसी धातुओं को भी पिघला सकता है, जो कभी गरम-से-गरम भट्टों में भी नहीं पिघल पाती।

बिजली को लहर सख्त-से-सख्त इस्पात में भी प्रवेश कर सकती है और फोटो के प्लेट के ऊपर चित्र का अक्स उतार सकती है, अथवा एक एंजिन के लोहे को चटखा सकती है। गत योरोपीय महायुद्ध में इन लहरों ने 'एक्स किरणों' ( X-rays ) के रूप में सहस्रो व्यक्तियों के प्राण बचाये थे, आज 'एक्सकिरण' औपधियों की एक सब से बड़ी मित्र है।

बिजली वास्तव में हम सब को छू रही है, हमारे दैनिक जीवन में प्रवेश किये हुए है, और अपने गर्भ में भविष्य के बहुत से रहस्यों को छिपाये हुए है।



## सर्च लाइट



सौ मील प्रकाश फेंकने वाला लैम्प ।



## द्वितीय अध्याय



### बिजली क्या है ?

सब से प्रथम बिजली के उस रूप का पता लगा, जो ढंग से उत्पन्न होती है। प्राचीनकाल में म्याम देश की कातने के तकवे अम्बर के बनाती थी। जिस समय अम्बर होकर चर्खे को चलाती थी, तो तड़ुवा प्रायः कातने वाली के कपड़ों से छुवा जाने के कारण विद्युत् से भर जाता था। ज़मान पर रक्खा जाने पर वह पत्तियो अथवा धूल का आकर्षण करता था, जो उस के रहस्यपूर्ण शक्ति के द्वारा चिमट जाते थे।

यह कातने वाली स्त्रियाँ बिल्कुल ही बिना जाने इन की मशीनों को चला रही थी और उस बिजली को उत्पन्न कर रही थी, जो सहस्रो वर्ष के पश्चात् जनता के घरों को प्रकाशित करने वाली थी। यदि हम एक कॉच के ढंडे अथवा 'फाउन्टेनपेन' को (Fountain Pen) लेकर

उसको फुर्ती से एक रेशमी रुमाल से मले और उसको कुछ छोटे-छोटे बारीक कागज के टुकड़ों के ऊपर थामे रहे, तो पता लगेगा कि कागज के उन छोटे-छोटे टुकड़ों में जैसे जान पड़ गई—वे हिल-डुल कर, कूद फाँद कर, उस दंडे से आ चिपटेगे ।

ईसामसीह से लगभग तीनसौ वर्ष पूर्व थेओफ्रैस्टस ( Theophrastus ) नाम के एक प्राचीन यूनानी दार्शनिक ने यह मालूम किया था कि अम्बर के रगड़ से भड़क जाने में अवश्य कोई अज्ञात शक्ति कार्य करती है। इस विचित्र वस्तु के प्रति सब से प्रथम उसी ने वैज्ञानिक रूप से विचार किया था । थेओफ्रैस्टस ने आविष्कार किया कि इस शक्ति में केवल अम्बर ही नहीं है, वरन् उसके अन्दर टौरमैलाइन ( Tourmaline ) नाम की एक धातु भी है, ईसा के सत्तर वर्ष के पश्चात् प्लाइनी ( Pliny ) ने फिर इन बातों की ओर ध्यान आकर्षित किया । वह थेओफ्रैस्टस के अध्ययन के आधार पर ही आगे बढ़ा ।

राबर्ट बाएल ( Robert Bayl ) ने जो सन् १६२७ से १६९१ तक रहा—बिजली के मूल कारण का खोजना आरम्भ किया । उसने सबसे प्रथम यह आविष्कार किया कि बिजली उत्पन्न तथा एकत्रित की जा सकती है—उसने देखा कि अम्बर के टुकड़े को रगड़ने से उसकी बिजली का प्रभाव तुरन्त ही नष्ट नहीं हो जाता, वरन् कुछ समय तक

रहता है । इस अन्वीक्षण का महत्व अब बहुत अधिक होगया है । यदि कोई शक्ति एकत्रित नहीं की जा सकती और आवश्यक रूप में उसका उपयोग नहीं किया जा सकता, तो वह किसी काम की नहीं ।

इन छोटे-छोटे प्रयोगों से पता चला कि इस नई शक्ति से शारीरिक परिश्रम-द्वारा सम्पन्न होने वाले कतिपय कार्य सहज ही में पूरे किये जा सकते हैं । रॉबर्ट वाएल के ही एक समकालीन ने सिद्ध किया कि यह रहस्यपूर्ण शक्ति प्रकाश को भी उत्पन्न कर सकती है । उसका नाम ओटो वॉन ग्वेरिक ( Otto Von Guericke ) था । वह कॉच की एक हॉडी में गंधक की गेद रखकर, कॉच को तोड़ डालता था और गन्धक की गेद को खैचकर उसको एक तकुए पर चढ़ा देता था । जब तकुआ शीघ्रता से घुमाया जाता था और उस पर हाथ रखा जाता था, तो हाथ की रगड़ से वह अंधेरे में चमकने लगता था । इस प्रकार बिजली का सबसे प्रथम लैम्प बना ।

### दो प्रकार की बिजली

वॉन ग्वेरिक ने लगभग उसी समय एक और आविष्कार किया । यह आविष्कार सबसे महत्वपूर्ण आविष्कारों में से एक था । इसी से आगे चलकर पता लगा कि बिजली दो प्रकार की है—पॉज़ीटिव अथवा धन (Positive) और नेगेटिव अथवा ऋण (Negative) यह दो



प्रकार की बिजली ही सारे पुद्गल का साधन है। उस ने मालूम किया कि यदि कोई पदार्थ किसी बिजली-युक्त पदार्थ से आकर्षित किया जाता है और उसको छू लेता है, तो तुरन्त ही पीछे को ओर धक्का लगता है।

इस आकर्षण के पश्चात् इतनी शीघ्रता से उसके ठीक प्रतिकूल क्रिया के होनेका कारण यह है कि कोई भी बिजली-युक्त पदार्थ अपनी बिजली किसी बिजली-हीन पदार्थ को ही देना चाहता है। आकर्षण होने के कारण दोनों पदार्थों में एक ही प्रकार की बिजली भर जाती है, और इसी कारण वे आपस में आकर्षित न होकर एक-दूसरे को धक्का देते हैं। इस बात को एक साधारण प्रयोग-द्वारा भी सिद्ध किया जा सकता है। यदि एक बड़े मटर के दाने के बराबर सूखे गूदे का दो गेदा का एक रेशम के धागे में इस प्रकार लटकाया जावे कि वह दानों के निकल पास-पास लटकी रहे, और तब यदि उनको बिजली-युक्त आवतूँ के एक दंडे से छुवाया जावे, तो वह तुरन्त ही एक दूसरे से दूर हट जावेगे। दंडे ने अपनी बिजली गेदों में डाल दी, और उनमें उसी प्रकार की बिजली भर गई। इसी प्रकार एक-सी बिजली भरी हुई वस्तुएँ एक दूसरे को हटा देगी।

**बिजली की उन्नति करने वाले तीन विद्वान्**

इस दिशा में विशेष उन्नति करने वालों में इंगलैण्ड

के तीन प्रसिद्ध व्यक्ति मुख्य माने गये हैं। इनमें प्रथम न्यूटन था। उसने बिजली-युक्त काँच से क्रागज के टुकड़ों को हवा में कुदाया था। दूसरा हॉक्सबी (Hawksbee) था। उसने बिजली-युक्त वस्तुओं (Electrified bodies) के विषय में बहुत से नये आविष्कार किये। तीसरा स्टेफेन ग्रे (Stephen Gray) था। उसने मन् १७२६ ई० में यह महत्वपूर्ण आविष्कार किया कि अमृच्छ-अमृक वस्तु बिजली को ले जा सकती है, और अमृक नहीं। जिन वस्तुओं में बिजली प्रवेश कर सकती है, उनका प्रवाहक अथवा 'कंडक्टर' (Conductor) कहते हैं। इसके प्रतिकूल गुण-युक्त वस्तुओं को अ-प्रवाहक अथवा नॉन 'कंडक्टर' (Non Conductor) कहते हैं। 'कंडक्टरों' और और 'नॉन कंडक्टरों' के बिना हम लोग ऐसा कोई काम नहीं कर सकते थे, जो कि आज बिजली से कर लेते हैं। रेलगाड़ी में यात्रा करते समय रेल-लाइन के किनारे-किनारे तार (समाचार) के खम्भे दिखाई पड़ते हैं। प्रत्येक खम्भे पर छोटो-छोटो सफेद रंग के चीनी-मिट्टी के टुकड़े लगे होते हैं। इन टुकड़ों को पृथक् करने वाला अथवा 'इनसूलेटर' (Insulator) कहते हैं। चीनी-मिट्टी अप्रवाहक अथवा 'नॉन-कंडक्टर' है। अतः इन चीनी के टुकड़ों को वजह से बिजली खम्भों में जाकर बर्बाद होने से बची रहती है। इनके ऊपर लिपटे हुए ताम्बे के तारों में

बिजली बिना विद्युत के जाती रहती है ।

इन प्राचीन दार्शनिकों ने बिजली के सिद्धान्तों में उन्नति करके उसको वास्तविक कार्यकारी रूप दे दिया । वॉन ग्वेरिक ( Von Guericke ) ने किस प्रकार गधक की गेद में, उसको हाथ से घुमाकर और उसमें रगड़ उत्पन्न कर, बिजली का संचार किया था, यह बताया जा चुका है । न्यूटन और हॉक्सबी ने बिजली की आरम्भिक मशीनें बनाईं । बाद के विद्वानों ने फसला में बिजली भरने के लिए 'एक्सकिरणों' ( X-rays ), बिजली की लहर अथवा 'करेंट' का उत्पन्न किया ।

**बिजली की अत्यधिक शोघ्र नष्ट होनेवाली करेंट**

एक कॉच के बेलन अथवा चक्कर को घुमाकर तथा किसी वस्तु से मलकर रगड़ उत्पन्न करना ही बिजली की वास्तविक प्रारम्भिक मशीन थी, किन्तु इस तरह से प्राप्त बिजली इतनी शोघ्रता से नष्ट हो जाता थी कि वैज्ञानिकों ने उसको एकत्रित करने का उपाय सोचना आरम्भ किया । इस दिशा में अनेक प्रयोग करने के पश्चात् लीडेन ( Leyden ) के घड़े का आविष्कार हुआ । लीडेन का घड़ा आज बेतार के तार में अत्यन्त महत्वपूर्ण कार्य कर रहा है । लीडेन के एक मुस्चेनब्रोक (Musschenbrock) नाम के प्रोफेसर ने एक दिन एक कॉच की बोतल में भरे पानी पर विद्युत् का संचार किया । उनका सहायक, जो

बोतल पकड़े हुए था। उन तारों को मशीन से अलग करने का प्रयत्न कर रहा था, जो इस जल के पास तक बिजली की करंट ले जा रहे थे। उन तारों के छूने में उसको बिजली का बड़ा भारी धक्का लगा। पता चला कि बिजली बोतल में एकत्रित होगई थी, जो छूने पर फौरन उसके शरीर में घुस गई। बिजली पहले-पहल लीडन के घड़े में भरी गई और उसी में से निकाली गई।

### दो जोंड़े जुराब पहिने वाले व्यक्ति का अनुभव

अब प्रवाहको अथवा 'कंडक्टरो'-द्वारा इस वेग को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाया जा सकता है। अप्रवाहक वस्तुओं-द्वारा नई शक्ति को पृथक् रक्खा जा सकता है। लीडन के घड़े में एकत्रित करने से और किसी अप्रवाहक वस्तु पर खड़ा होने से शक्ति को एकत्रित करके उसको आवश्यकतानुसार छोड़ा जा सकता है।

सीमर ( Symmer ) को सब से प्रथम यह आविष्कार करने का गौरव प्राप्त है कि बिजली दो प्रकार की होती है—धन अथवा 'पॉजिटिव' और ऋण अथवा 'नेगेटिव'। उसने एक ही पैर पर दो मौजे पहिने—जिनमें से एक काला और सम्भवतः ऊन का था तथा दूसरा सफेद और रेशम का। जब उसने काले मौजे पर से सफेद को उतारा, तो रगड़ से प्रत्येक मौजे में बिजली भर गई, यद्यपि वह भिन्न-भिन्न प्रकार की थी।

उतारने पर प्रत्येक जुराब, बिजली के प्रवाह के कारण, इस प्रकार खड़ा रहा, मानो उसमें हवा भर दी गई हो। उनका आकार बिलकुल पॉव-जैसा था।

जब उन दोनों को पास-पास रक्खा गया, तो वे दानो आपस में टकरा गये। इसलिये कि दो विभिन्न प्रकार की बिजली एक-दूसरे को तटस्थ किये हुए थी। किन्तु जब उसने एक ही वस्तु के एक-जैसे दो मौजो से इस अभ्यास को दोहराया, तो दोनो मौजो, पास-पास लाने पर, एक-दूसरे से अलग होगये।

जब कभी किसी प्रकार एक तरह की बिजली बनाई जाती है, तो उतनी ही बिजली विरोधी प्रकार की भी अवश्य उत्पन्न होती है। जब एक प्रकार की बिजली से भरी हुई दो वस्तु एक-दूसरे से विरोध प्रकट करती है, तो भिन्न-भिन्न प्रकार की बिजली से भरी हुई दो वस्तु, एक-दूसरे को आकर्षित करती है।

यदि हम कॉच के एक डण्डे को रेशम के एक टुकड़े से रगड़े, तो वह धन अथवा 'पॉज़ीटिव' बिजली से भर जावेगा, किन्तु जब लाख के एक टुकड़े को फलालैन से मला जाता है, तो वह ऋण अथवा 'नेगेटिव' बिजली से भर जाता है। कॉच का डण्डा अथवा लाख की सलाई—दोनों ही कागज के टुकड़ों-आदि को उठा लेगी। किन्तु दोनों में बिजली भिन्न-भिन्न प्रकार की है।

## बिजली उत्पन्न करनेवाली मशीनें

बड़े परिमाण में बिजली उत्पन्न करने के लिये अनेक प्रकार की मशीनों का आविष्कार किया गया है। उनके द्वारा बिजली उत्पन्न तथा एकत्रित की जा सकती है। आवश्यकतानुसार कम या अधिक परिमाण में उसका उपयोग भी किया जा सकता है।

कठिन परिश्रम से बनाई हुई यह मशीनें, जिनमें लीडेन के घड़ों में बिजली का प्रवाह एकत्रित किया जाता है, या तो बेल्लनो (Cylinders) को अथवा गोल पत्तर को आवश्यक रगड़ उत्पन्न करनेवाली वस्तु के विरुद्ध घुमाने से बनाई जाती है। एक 'विमशर्ट' (Wimshurst) मशीन से कई-कई फुट लम्बे स्पार्क (चिगारी) उत्पन्न करनेवाली बिजली उत्पन्न की जा सकती है। इसमें बार-निश किए हुए कॉच के पत्तर के दो अथवा कई जोड़ होते हैं। यह दोनों पत्तर एक-दूसरे से विरुद्ध दिशा में घूमते हैं। उनके बाहिर पन्नी (रॉगे का वर्क) के बने हुए कई-कई सेक्टर (एक गणित का यन्त्र) चिपके हुए होते हैं। इस पत्तर के घूमने पर मुजाओ पर लगे हुए भूठे गोटे के ब्रुश पन्नी के सेक्टरों को आन्दोलित करते हैं। पहियों के दोनों ओर रखे हुए धातु के कन्धों में बिजली एकत्रित हो जाती है।

स्वयं पृथ्वी भी बिजली का एक बड़ा भारी गोदाम है।

इसमें से, वास्तव में, बड़ी भारी करेट निकलती है। स्वयं पृथ्वी और उसके चारों ओर के वायुमण्डल की तह को बड़ा भारी गोल-कोष समझना चाहिये। पृथ्वी ऋण बिजली से और वायुमण्डल धन बिजली से भरा हुआ है।

### पृथ्वी से २०० मील ऊपर आकाश में का विद्युत्प्रकाश

जब कोई तरल वस्तु उष्ण होकर वाष्प-रूप होती है, तो बिजली उत्पन्न हो जाती है। उड़ी हुई वाष्प अपने साथ धन-प्रवाह को ले जाती है। एक प्रामाणिक विद्वान् का कहना है कि समस्त संसार में लगातार होते रहने वाला वाष्पीकरण (Evaporation) बराबर धन-बिजली की धारा को, ऊपर के वायु-मण्डल में, धारण किये रहता है। हवा की परतों और बादलों के बीच में उक्त बिजली डिस्चार्ज होती (छूटती) हुई किन्हीं-किन्हीं अवस्था-विशेषों में आकाश में उस आश्चर्यजनक चमक को उत्पन्न करती है, जिसे हम 'अरोरा बोरीलिस' अथवा 'अरौरा-लाइट' या उत्तरी-उजाला कहते हैं।

बिजली के यह प्रभाव ध्रुव-प्रदेशों में सब से अधिक होते हैं। वहाँ अरोरा का प्रकाश अत्यन्त चमकीला होता है। कभी-कभी तो पृथ्वी से दोसौ मील ऊपर की ऊँचाई पर यह प्रकाश छूटता है। इंग्लैंड आदि देशों की पौदों में ऐसी-ऐसी उल्लेखनीय उन्नति होती है, फसलों से

इतना अच्छा अन्न मिलता है कि गत शताब्दी के अन्त में लेम्स्ट्रोम ( Lemstrom ) तथा दूसरे वैज्ञानिकों ने इस मामले पर विचार किया, तो पता चला कि उत्तरी देवदार की सुई-जैसे आकार की पत्तियाँ अनाज के पौदों के बालों की दाड़ियाँ आदि उष्ण जलवायु के वृक्षों की अपेक्षा अधिक बिजली ग्रहण करती हैं। वृक्ष अपने बालों के समूह ( मक्का आदि के समान ), डंठलों और तेज नोकों के द्वारा वायुमण्डल में से बिजली को ग्रहण करते रहते हैं। वृक्षों के ऐसे भागों में बिजली स्वयं ही उड़कर आजाती है। इसके पश्चात् वृक्ष उस बिजली को पृथ्वी में भेजकर अपने भोजन-नत्रजन ( Nitrogen )—को उत्पन्न कर लेते हैं।

### बिजली की चमक और उष्मकी ५ करोड़ अश्व-शक्ति

बिजली के तूफान के क्रोधित बादल ही बिजली के आरम्भिक 'डाइनेमो' ( विद्युदुपादक-यन्त्र ) थे वे अब भी, मनुष्य के बनाए हुए, बिजली के किसी भी यन्त्र से अधिक शक्तिशाली हैं। बादल अपने विशाल विद्युत्काष से ५ करोड़ अश्व-शक्ति ( हॉर्स पावर ) की बिजली छोड़ते हैं। वह एक सेकिंड के एक लाखवें भाग में ही, आँखों को अंधा करनेवाली चमक के रूप में, पृथ्वी पर आ पड़ती है।

नरेन्डर ( Norinder ) नाम के एक स्वेडिश वैज्ञानिक ने पता लगाया है कि बिजली के तूफान के समय आकाश



मे दो क्रियाएँ होती हैं। पहली क्रिया (First variation) का सम्बन्ध बादलों की गति और बिजली के प्रवाह के चुपके से डिस्चार्ज हो जाने से है। यह बिना चिगारी (स्पाक) के विद्युत्-प्रवाह की गति है। यह दशा लगभग दस सेकंड तक रहती है। फिर विद्युत्-क्षेत्र में अत्यन्त शीघ्र-गामी परिवर्तनों की शृङ्खला आती है। इसके परिणाम-स्वरूप बिजली बादलों और पृथ्वी के बीच की वायु की रुकावट में से फूट निकलती है और पृथ्वी में समा जाती है।

### विद्युत्प्रवाहक किस प्रकार घर की आपत्ति से रक्षा करता है

विद्युत्प्रवाहक ( Lightning conductor ) धातु का नुकीला दण्डा होता है, जो मकान के सब से ऊँचे भाग पर लगा होता है। बादलों की बिजली उसमें आ जाती है। फलतः उसके आसपास में पृथ्वी को तोड़ देने योग्य पर्याप्त बिजली कभी जमा नहीं हो पाती और इस प्रकार मकान सुरक्षित रहता है। प्रवाहक ( Conductor ) का एक धातु के पत्तर से सम्बन्ध रहता है, जो पृथ्वी में दबा रहता है। वह अपनी एकत्रित की हुई बिजली को उसी में पहुँचा देता है।

## तृतीय अध्याय



### संसार को घेरनेवाला शक्तिका महासागर

संसार का प्रत्येक जहाज कुतुबनुमा ( Compass ) के द्वारा ही मार्ग खोजता है और उसी के द्वारा सञ्चालित किया जाता है ।

यह सर्व-विदित है कि कुतुबनुमा की सुई सदा उत्तर को ही रहती है । इसके दो कारण हैं । कुतुबनुमा की सुई चुम्बक अथवा मैग्नेट ( Magnet ) की होती है और मैग्नेट एक दूसरे पर किसी ऐसी अदृश्य शक्ति-द्वारा प्रभाव डालते हैं, जो पत्थर, दीवाल, शीशे की खिड़की, मोम के पत्तर अथवा हमारी बिजली को बन्द करनेवाली किसी भी वस्तु के अन्दर से जा सकती है ।

चुम्बक-शक्ति अथवा मैग्नेटिज्म की शक्ति सम्पूर्ण आकाश में भरी हुई है, फिर चाहे आकाश में कोई भी वस्तु क्यों न हो ।

चुम्बक की रहस्य-पूर्ण शक्ति का पता अब से दो सहस्र वर्ष पूर्व एशिया माइनर ( Asia Minor ) के गडरियो ने लगाया था । जैसा कि हम पहले कह आए हैं, गडरियो ने देखा कि पथरीली धातु के टुकड़े उनकी लगी के पुराने लोहे के किनारों से चिमत जाया करते थे ।

यह धातु कच्चा लोहा था । यह मैगनिया नाम के जिले में मिलता था । इसी जिले के नाम से उस शक्ति का नाम मैग्नेटिज्म ( Magnetism ) पड़ा । उस कच्चे लोहे को चुम्बक-पत्थर अथवा मैग्नेस-स्टोन ( Magnes-Stone ) कहा गया । इसके बाद यह देखा गया कि चुम्बक-पत्थर का टुकड़ा, धागे में लटका देने पर, सदा एक ही दिशा में रहता है । अतएव इसका नाम निर्देशक पत्थर ( Leading Stone or Lodestone ) पड़ गया ।

मध्य-युग में इस निर्देशक पत्थर के विषय में बड़ी-बड़ी आश्चर्यजनक कहानियाँ सुनने में आयीं । इस पत्थर के पर्वतों के विषय में ख्याल किया जाता था कि वह अपने समीप के जहाज के लोहे का आकर्षण कर लेते हैं । जब निर्देशक पत्थर से पहले-पहल कुतुबनुमा बनाई गई, तो जहाज के यात्रियों को इस बात का भय बना रहता था कि चुम्बक-शक्तिवाले दुष्ट पर्वत कुतुबनुमा को बिगाड़ देंगे और उनको नष्ट कर देंगे ।

कुतुबनुमा पहले-पहल बारहवीं शताब्दी में किसी

समय योद्धा में बनाया गया। लोहे की छोटी-सी सलाई को उपरोक्त निर्देशक पत्थर से छू देने पर उसमें चुम्बक अथवा मैग्नेट की शक्ति आ जाती थी। फिर उसको एक लकड़ी अथवा काग पर रखकर पानी से भरी हुई तश्तरी में रख देते थे। बाद को यह चूल पर रख दी गई किन्तु अभी तक कुतुबनुमा में कोने नहीं थे। यह अभी तक केवल उत्तर और दक्षिण को बतलानेवाली सुई-मात्र थी।

यदि कुतुबनुमा को स्वतंत्र छोड़ दिया जावे, तो उसकी सुइयाँ उत्तर और दक्षिण को हो जावेगी। इसलिए कि स्वयं पृथ्वी भी एक बड़ा भारी चुम्बक अथवा मैग्नेट है, जो चुम्बक शक्ति (Magnetic power) के ऐसे महासागर में तैर रही है, जिसको जानकर नाप सकते हैं और पृथ्वी के गोल के किमी भी स्थान पर हम उससे काम ले सकते हैं।

इसकी कार्य-प्रणाली जानने के लिए सर्व-प्रथम यह जानना चाहिए कि किसी वस्तु को चुम्बक-शक्ति अपने आप को किस तरह और किस रूप में प्रगट करती है। सुप्रसिद्ध डा० गिलवर्ट ने, चुम्बक के विषय में अनेक उल्लेखनीय अन्वेषण किये हैं। आपने पता लगाया कि एक मैग्नेट की शक्ति का उसके आकार से कोई सम्बन्ध नहीं, चाहे वह गोल, चौकोर या कैसे ही बेंदगे आकार का हो, वह अपनी अधिक-से-अधिक शक्ति को सदा ही दो विरोधी

ध्रुवो—चुम्बकीय-ध्रुवो अथवा 'मैग्नेटिक पोलस्' (Magnetic poles) पर प्रगट करेगा। यदि इस्पात की एक सुई पर एक कोने से दूसरे कोने तक कई बार मैग्नेट फेर कर उसमें चुम्बक-शक्ति का प्रवेश कर दिया जावे और फिर उसको लोहे के उत्तम बुरादे में डाला जावे, तो ज्ञात होगा कि प्रत्येक कोने पर बुरादे का गुच्छा चिपट गया है और सुई के दूसरे किसी स्थान पर बुरादे का दाना नहीं चिपट रहा। इसका कारण यह है कि शक्ति ध्रुवो (Poles) पर ही एकत्रित होती है।

**इस्पात लोहे की अपेक्षा क्यों अधिक चुम्बक है**

चुम्बक शक्ति का प्रवेश बहुत कम पदार्थों में होता है। इसीलिये इतने दिन बीत जाने और वैज्ञानिक युग के इतना अधिक उन्नति कर लेने पर भी चुम्बक-पत्थर के (एक तरह का लोहा) अतिरिक्त हमारे पास और कुछ नहीं है।

इस चुम्बक-पत्थर के अतिरिक्त, हालाँकि यह सही है कि निकिल, कोबाल्ट (एक धातु) तरल ऑक्सीजन आदि में भी कुछ चुम्बक-शक्ति पायी जाती है, लेकिन हम उस पर निर्भर नहीं कर सकते, जब कि लोहे के एक निर्जीव ढेर को, बिजली की एक करंट-द्वारा मनुष्य से भी अधिक शक्तिशाली जीवित दैत्य बनाया जा सकता है, लोहे के एक टुकड़े में, उसमें जितने समय के लिये और जितने

अधिक परिमाण में चाहें, शक्ति भर सकते हैं। फिर तुरन्त ही उसे निर्जीव भी बना सकते हैं।

कठोर इस्पात (कौलाद) की अपेक्षा कच्चा लोहा बिल्कुल भिन्न प्रकार से कार्य करता है। कच्चा लोहा तभी तक चुम्बन-शक्ति-युक्त रहता है, जब तक दूसरे चुम्बक के प्रभाव में रहता है; किन्तु इस्पात एक बार चुम्बक-शक्ति-युक्त होने पर वैसा ही बना रहता है।

हम जानते हैं कि दूसरी वस्तुओं के समान लोहा भी अणुओं (Molecules) से बना है। उन अणुओं को लोहे तथा दूसरा वस्तुओं के बनाने की ईंटों को प्रकृति, बिना किसी प्रबन्ध या क्रम के, फेंक देती है। किन्तु यदि लोहे के एक टुकड़े पर एक बार चुम्बक-शक्ति के जादू का प्रभाव कर दिया जावे, तो उसके परमाणु अपने को एक रेखा में इस प्रकार क्रमबद्ध कर लेते हैं कि सब एक ही दिशा का निर्देश करते हैं। चुम्बक का रहस्य परमाणुओं की इस क्रमबद्धता में ही है। कच्चा लोहा सैनिकों की बिना विन्या-नुशासन की सेना के समान है। यदि एक बार चुम्बक के प्रभाव को दूर कर दिया जावे, तो वह अणु अपने-अपने स्थान से हट जावेंगे। फिर उनमें कोई क्रम न रहेगा और उसकी चुम्बन-शक्ति नष्ट हो जावेगी।

इस्पात कठोर और सहन करनेवाला होता है। उसके अणु, एक बार क्रम-बद्ध हो जाने पर, फिर अपने स्थान

से नहीं हटते। इसीलिये उसकी चुम्बक-शक्ति में स्थायित्व होता है। दूसरे शब्दों में स्थायी-चुम्बक इसी प्रकार बनते हैं।

**समान चीज़ें एक-दूसरे को धक्का देतीं और  
अ-समान मिल जाती हैं**

यद्यपि इस अदृश्य शक्ति को काम करते हम देख नहीं पाते, तौ भी लोहे के छोटे-छोटे टुकड़ों-द्वारा उसका वास्तविक आभास पा सकते हैं। एक कागज के टुकड़े के नीचे एक चुम्बक रखकर तथा कागज पर लोहे का कुछ बुरादा छिड़कने पर पता लगेगा कि बुरादा खिचकर चुम्बक-शक्ति की रेखाओं तथा एक मार्ग-विशेष में अपने-आपको क्रम-बद्ध कर लेता है।

इस से ज्ञात होगा कि उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव की शक्ति के बीच का रेखाएँ एक दूसरे ध्रुव को बड़ी उत्सुकता से पकड़ने के लिए प्रयत्नशील रहती हैं। न-केवल इतना ही, वरन् उस विरोध को भी देख सकते हैं, जो उत्तरीय ध्रुव दूसरे उत्तरीय ध्रुव के अथवा एक दक्षिणी ध्रुव दूसरे दक्षिणी ध्रुव के प्रति प्रदर्शित करता है। शक्ति को यह रेखाएँ स्पष्ट-रूप से प्रकट करती हैं कि 'समान' ध्रुव एक-दूसरे के प्रति विरोध और अ-समान ध्रुव एक-दूसरे के प्रति आकर्षण का भाव रखते हैं। वास्तव में चुम्बक-शक्ति भी बिजली के नियम का ही पालन करती है।

### पृथ्वी के चुम्बकीय ध्रुव

स्वयं पृथ्वी एक बड़ी भारी गेद के आकार का चुम्बक (मैग्नेट) है। इसके दो किनारे हैं—विरोधी चुम्बक-शक्ति-युक्त। यह 'मैग्नेटिक पोल्स' कहलाते हैं। मानो वह एक नारंगी है जिसमें गूदे का धागा ठीक अन्दर से बोचो-बीच होकर जाता है। वह गूदा ही वास्तविक चुम्बक का स्थानीय है। जहाँ इसे गूदे का प्रारम्भ तथा अन्त होता है, वही क्रमशः उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव है। उन्ही ध्रुवों से चुम्बक-शक्ति का बड़ा भारी क्षेत्र, सारी नारंगी के छिलके पर फैल जाता है। पृथ्वी के विषय में उसका यह अभिप्राय है कि शक्ति की रेखाएँ उत्तरी-ध्रुव-प्रदेश से दक्षिणी-ध्रुव तक फैली हुई हैं। पृथ्वी का पूरे-का-पूरा तल (Surface), चुम्बकीय क्षेत्र का एक ऐसा वस्त्र पहिने हुए है, जिसको किसी भी स्थान पर नापा जा सकता है। उस शक्ति का कुतुबनुमा की सुई पर ऐसा प्रभाव होता है कि उसका उत्तरी-ध्रुव उस गूदे के ऊपरी भाग को और दक्षिणी ध्रुव नीचे के भाग को सदा बतलाता रहता है।

इस विषय में पृथ्वी के साथ कुछ थोड़ी गलती होगई है। इसके चुम्बकीय ध्रुव अथवा 'मैग्नेटिक पोल्स' बिल्कुल वही नहीं हैं, जो वास्तविक उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव हैं। कुतुबनुमा की सुई वास्तविक उत्तर को नहीं बतलाती, वरन्



चुम्बकीय ( Magnetic ) उत्तर को बतलाती है । इसी प्रकार चुम्बक की सुई के बतलाये हुए मार्ग पर चलनेवाला जहाज बिल्कुल ठीक दशा में नहीं जाता । इस अन्तर का हिसाब जहाजवाले को अवश्य लगा लेना चाहिए । उस हिसाब लगाने को 'अन्तर निकालना' ( Variation ) अथवा प्रायः 'छोड़ना' ( Declination ) कहते हैं ।

इस अन्तर निकालने की एक आश्चर्यजनक विशेषता यह है कि यह प्रति-दिन अथवा प्रति घण्टे पर बदलता रहता है । पृथ्वी के चुम्बकीय ध्रुवों का स्थान थोड़ा-थोड़ा दैनिक बदलता रहता है । मानो पृथ्वी-भर की यह असीम शक्ति, अपने बड़े भारी जेलखाने में, बेचैनी से इधर-उधर हेरी-फेरी कर रही है । उत्तरी और दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुवों के स्थान में इस दैनिक परिवर्तन के साथ-साथ एक परिवर्तन और भी होता है । यह बहुत धीरे-धीरे और प्रति वर्ष एक निश्चित ढंग पर होता है । इसको 'कुण्डलाकार परिवर्तन' ( Annular-change ) कहते हैं । इस प्रकार का दूसरा परिवर्तन कई शताब्दियों बाद होगा । सन् १५८० में चुम्बकीय-उत्तर ( Magnetic-North ) वास्तविक उत्तर के ११ अंश ( Degrees ) से भी अधिक पूर्व को था । यह लंदन की एक कुतुबनुमा की सुई ने बतलाया था । सन् १८०० में यह २४ अंश से भी अधिक पश्चिम को ओर था । सन् १८२० में यह फिर वास्तविक उत्तर से १६

अश के अन्दर-अन्दर आगया था। चुम्बकीय ध्रुवों के स्थान-परिवर्तन के इस क्रमिक चक्र को पूरा होने में ४७० वर्ष लगते हैं।

कुतुबनुमा की सुई की दूसरी विशेषता का पता सन् १५७६ ई० में रॉबर्ट नार्मन (Robert Norman) नाम के एक अंगरेज मिस्त्री ने लगाया था। वह कुतुबनुमा की सुइयों को बना-बनाकर उनको चुम्बक शक्तियुक्त (Magnetise) करने से पूर्व सीधी पड़ी हुई (Horizontal) रखकर तोल लिया करता था। इस प्रकार उसने यह पता लगाया कि उस सुई को चुम्बक-शक्ति-युक्त करने पर वह सीधी नहीं पड़ी रहती थी। वरन् उसका उत्तरी-ध्रुव सदा ही पृथ्वी की ओर को नीचे को झुका रहता था। बाद में यह झुकाव (Dip) के नाम से प्रसिद्ध होगया। नॉर्मन ने पता लगाया कि लंदन में झुकाव का कोण (Angle) ७० अंश के लगभग था। इसको स्वयं देख लेना बहुत सुगम है। यदि एक इस्पात की सुई को धागे में बीचोबीच बाँधकर इस प्रकार लटकाया जावे कि मेज से समानान्तर पर रहे और यदि उस समय सुई को किसी प्रकार चुम्बक-शक्ति-युक्त किया जावे, तो वह बिल्कुल सीधी न लटकी रहेगी। उसका उत्तरी-ध्रुव मेज की ओर को झुक जावेगा। ऐसा करने में इस बात की सावधानी रखनी चाहिये कि लटकाते समय सुई को नोके उत्तर और दक्षिण को रहें।

वास्तविक चुम्बकीय उत्तर और दक्षिण को बतलाने वाली पृथ्वी-भर के तल की रेखा को ध्रुव-निर्देशक वृत्त ( Magnetic-Meridian ) कहते हैं ।

इस आश्चर्यजनक स्वाभाविक शक्ति की अभी तक किसी संतोषजनक व्याख्या का पता नहीं लगा है । पृथ्वी के किसी स्थान पर भी उसके चुम्बन-क्षेत्र की शक्ति निश्चय ही हल्की है । किन्तु इसकी कीमत असीम है, क्योंकि इसीसे समुद्रों की यात्रा सुगम हो सकी है । इसके बिना कभी भी राष्ट्रो में पारस्परिक आवागमन नहीं हो सकता था । यदि पृथ्वी की सभी चुम्बक-शक्तियाँ एक स्थान की ओर होती, तो क्या होता ? यदि हम चुम्बक पत्थर ( Lodestone ) के एक टुकड़े की भी महत्वपूर्ण उठाने की शक्ति को देखे, तो हमको इसका थोड़ा-थाड़ा आभास हो सकता है ।

कहा जाता है कि सर आइजक न्यूटन अपनी अंगूठी में एक तीन ग्रेन के चुम्बक-पत्थर के छोटे टुकड़े को पहना करते थे । यह छोटा सा टुकड़ा अपने से २५० गुने बोझ अथवा ७४६ ग्रेन को उठा सकता था । चीन के सम्राट् ने चुम्बक-पत्थर का एक बहुत बड़ा और शक्ति-शाली टुकड़ा उपहार-स्वरूप पुर्तगाल के बादशाह के पास भेजा था । यह पौने चार मन बोझ उठा सकता था । किन्तु प्राचीन दार्शनिकों को यह पता लगाकर कितना आनन्द हुआ होगा कि

एक चुम्बक-पत्थर से इस्पात के एक टुकड़े को छुवा देने से इस्पात में जादू-की-सी शक्ति तो भर ही जाती है, साथ ही चुम्बक-पत्थर की शक्ति अणुमात्र भी कम नहीं होती। एक स्थाई घोड़े की नाल जैसे चुम्बक ( Horse shoe magnet ) से एक सहस्र चुम्बक बनाये जा सकते हैं और वह सब भी उसके परिमाण-स्वरूप उतने ही शक्ति-शाली बन जाते हैं। क्या यहाँ पर सतत-गति ( Perpetual motion ) के रहस्य के पते का संकेत नहीं है।

### पृथ्वी का चुम्बक-शक्ति रूपी कोट

सत्रहवीं शताब्दी के आरम्भ में गैलीलियो ने चुम्बक-पत्थर-द्वारा इस्पात को चुम्बक बनाने का आविष्कार किया। बाद में क्रमशः स्वभाविक चुम्बन का स्थान कृत्रिम चुम्बक ने ले लिया। इसके ठीक बाद ही डाक्टर गिलबर्ट ने पता लगाया कि चुम्बक वास्तव में पृथ्वी के चुम्बक-क्षेत्र से ही बनाये जा सकते थे। इस प्रकार असंख्य छोटे-छोटे चुम्बक आपस में बंधे हुए हैं। सभी चुम्बकों का उत्तरी-ध्रुव एक ओर को है और दक्षिणी-ध्रुव दूसरी ओर को।

लोहे के एक टुकड़े के चारों ओर बिजली की लहर अथवा करेन्ट चलाने से वह इतनी प्रबल चुम्बक-शक्ति से युक्त हो जाता है कि वह किसी भी कृत्रिम चुम्बक की अपेक्षा कहीं भारी बोझ उठा सकता है। आजकल इस्पात के कृत्रिम-चुम्बकों का स्थान बिजली के चुम्बकों ने

पूर्ण रूप से ले लिया है। कुछ थोड़े से कार्य और समुद्री यात्री की कुतुबनुमा अब भी इसके अपवाद है।

पृथ्वी के अतिरिक्त स्वयं सूर्य भी बड़ी भारी शक्ति का एक विशाल चुम्बक है। जब कभी उसके चुम्बक-रूप में परिवर्तन होते हैं, तो पृथ्वी के चुम्बक-शक्ति के लबादे में गड़बड़ी फैल जाती है। उसमें समय-समय पर चुम्बकीय तूफान आते रहते हैं। उस समय वेधशालाओं के कोमल यंत्र बहुत कुछ बिगड़ जाते हैं। जिस समय उत्तरी प्रकाश (Aurora borealis) बढ़ता है, तो चुम्बकीय तूफान अधिक आते हैं। यंत्रों-द्वारा इन तूफानों का प्रभाव देखा जा सकता है। यह यंत्र प्रति घंटे, झुकाव के कोण को बतलाते रहते हैं।

**चुम्बकीय तूफान में सुई पर क्या बीतती है**

सावधानी से तुली हुई एक चुम्बक की सुई किसी ऐसे स्थान पर रखी हुई है कि उस पर एक छोटा दर्पण लगा हुआ है। इस दर्पण से प्रकाश का एक धब्बा एक चलती हुई फोटो के फिल्म पर प्रतिबिम्बित होता है, जो निश्चित गति से घड़ी के समान काम करने वाली एक छोटी मोटर से चलता है।

जब तक वह सुई स्थिर रहेगी, प्रकाश का धब्बा भी शान्त रहेगा और जब फिल्म विकसित होगी, तो फोटो में पूर्ण सरल रेखा दिखलाई देगी। चुम्बकीय तूफान में सुई

का झुकाव बदल जायेगा, और सुई चुम्बकीय-वृत्त ( Magnetic meridian ) के इधर-उधर हटेगी। तब फोटो में सरल-रेखा के स्थान पर टेढ़ी-तिछ्ठी लकीरे—दर्पण प्रकाश की अस्थिरता के अनुपात में आएँगी। इस प्रकार सुई के झुकाव का एक छंटे-से-छोटा परिवर्तन तथा सभी चुम्बकीय-तूफानों के प्रभावों का हिसाब पा सकते हैं।

सूर्य-तल पर गड़बड़ होने से पृथ्वी की चुम्बक-शक्ति में भी गड़बड़ होती है। वास्तव में इन छोटे-छोटे तूफानों से तीन-चार दिन बाद ही आनेवाले भारी तूफान की सूचना मिलती है। जब-जब सूर्य में बड़े-बड़े धब्बे देखने में आते हैं, तब-तब यह तूफान हमेशा आते हैं और बड़ी कठिनता से आते हैं।

उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों में, विशेषकर गर्मियों में, दिखलाई देनेवाले आश्चर्यजनक प्रकाश का भी सूर्य के धब्बों और उनके चुम्बक-तूफानों से बड़ा घनिष्ठ सम्बन्ध है।

वर्तमान विज्ञान के इतना अधिक उन्नति कर लेने पर भी स्वाभाविक चुम्बक-शक्ति और उसके द्वारा किये हुए कार्यों के विषय में कुछ भी ज्ञात नहीं हो सका। परमाणु में विद्युत् अंश होता है, जो बड़े भारी वेग से कुण्डलाकार मार्ग में घूम रहे हैं और अपने छोटे-छोटे लोको में अपने ही चुम्बकीय क्षेत्र का निर्माण कर रहे हैं,—इसका भी अभी, इसी शताब्दि में, पता लगा है।

## चौथा अध्याय



### ( बिजली की लहर )

अठारहवीं शताब्दि के अन्त में बिजली के सम्बन्ध में नये-नये आविष्कारों के साथ ऐसा समथ आरम्भ हुआ, जिसने संसार-भर में क्रान्ति मचा दी।

रगड़ से उत्पन्न हुई—स्टैटिक ( Static ) बिजली के विषय में बहुत कम कार्य किया गया। इसी समय एक नई बिजली का आविष्कार किया गया, जिसका प्रभाव अब तक की पता लगी हुई बिजली से कहीं अधिक था।

इस आविष्कार के साथ दो बड़े वैज्ञानिको-वोल्टा ( Volta ) और गैलवनी ( Galvani ) का नाम सदा स्मरण किया जावेगा। आज इस नयी शक्ति का नाम ही वोल्टाइक अथवा गैलवैनिक बिजली पड़ गया है।

वह तार के अन्दर से करंट के रूप में बहती है और तार को उस आश्चर्य-जनक शक्ति से भर देती है, जिससे सहस्रो ढ़ँग पर काम लिया जा सकता है।

सन् १७६० मे बोलोगना ( Bologna ) के प्रासद्ध डॉक्टर लुइगी गैलवनी ( Luigi Galvani ) ने अपनी रोगिणी पत्नी के वास्ते शोरबा बनाने के लिए कुछ मेढकों की खाल उतारी । इनमे से एक मेढक की टॉग संयोग-वश उस चाकू से छू गई, जो बिजली की एक मशीन के पास रखा हुआ था । वह टॉग बिजली से भर कर, फुदकती हुई दिखलाई देने लगी । दूसरे मेढक भी, जो ताम्बे के हुको मे लगे हुए लोहे के जङ्गले से रुके हुए थे, जङ्गले से छू जाने पर उसी प्रकार उछलते थे । इस रहस्य के उद्घाटन से बिजली की करेण्ट का आविष्कार हुआ । यह बिजली का एक विशेष रूप था, जो दो अ-समान धातुओं की क्रिया से उत्पन्न होता था ।

सन् १८०० मे वोल्टा ने दो विभिन्न धातुओं से काम लेकर बिजली की प्रथम बटरी बनाई । इसकी दोनों धातुएँ, भीगे कपड़े जैसे छेद-दार पदार्थ-द्वारा पृथक् की हुई थीं । टीन, चाँदी अथवा ताम्बे के चक्करो से क्रमशः काम लेकर, वह उनको गीली वस्तु के द्वारा पृथक् कर देता था—इस प्रकार वोल्टा ने उस वस्तु को उत्पन्न किया, जिसका बाद मे वोल्टा की बिजली ( Volta's Pile ) कहा गया । वोल्टा ने अपने आविष्कार का वर्णन सब से प्रथम अपने एक पत्र में किया था, जो उन्होंने लन्दन की रॉयल सोसायटी के प्रधान को लिखा था ।



बैटरी के रहस्य का पता लग गया और उससे बिजली का अभी तक अचित्य परिमाण लेकर काम लिया जाने लगा ।

थोड़ा तेजाब मिले हुए पानी के कई-कई गिलासों से काम लिया गया । प्रत्येक गिलास में जस्ते और तॉबे के तार डूबे रहते थे । एक जस्ते के जोड़े का तार दूसरे के तॉबे के तार से मिला होता था । इसी प्रकार सब गिलासों में था । वोल्टा ने एक 'प्यालो का मुकुट' ( Crown of Cups ) निकाला, जिससे बड़ी भारी शक्ति की करेट प्राप्त की गई । वोल्टा ने सिद्ध कर दिया कि जिस बिजली को उसने इस रसायनिक ढंग से प्राप्त किया, वह बिल्कुल उसी प्रकार की है, जिस प्रकार की पहिले रगड़ से प्राप्त की जाती थी । यद्यपि वह पैविया ( Pavia ) के विश्व-विद्यालय में प्रोफेसर था, वोल्टा ने इस बात को स्वीकार किया कि ऐसे अन्य कई विद्वान हैं, जो इस विज्ञान में उस की अपेक्षा अधिक उन्नति कर सकते थे । इसीसे उसने अपने जीवन के अन्तिम पच्चीस वर्षों में विद्युत सम्बन्धी आविष्कारों के लिये कोई प्रयत्न नहीं किया ।

आज पाश्चात्य देशों में सम्भवतः कोई घर ऐसा नहीं है, जिस की अपनी बैटरी न हो—बिजली की घंटियों को बजाने, जेबी लैम्पो को जलाने, तथा ऐसे ही अन्य अनेक दूसरे कामों में कामों के लिये ।

## एक धातु से दूसरी में पानी के समान बहने वाली महत्वपूर्ण शक्ति

वोल्टा ने पता लगाया कि जब किन्हीं दो विभिन्न धातुओं को एक दूसरे से छुवाया जाता है, तो उनमें से एक तुरन्त ही दूसरी से भिन्न प्रकार की दशा धारण कर लेती है। यदि तेजाब से भरे किसी बर्तन में दो विभिन्न धातुएं डाली जावे, तो एक धातु दूसरी की अपेक्षा बिजली से अधिक भर जावेगी। इस दशा के लिये पोटेशियल ( Potential ) अथवा सम्भावित शब्द दिया गया है। बैटरी का रहस्य यही है कि यदि दो धातुओं को प्रवाहक अथवा कंडक्टर तार से मिलाया जाये, तो एक धातु से दूसरी की अपेक्षा अधिक शक्ति वाली बिजली की करंट निकलेगी।

बुनसेन ( Bunsen ) नाम के प्रसिद्ध रसायनशास्त्रों ने एक अत्यन्त शक्तिशाली तर-बैटरी का आविष्कार किया। गन्धक के तेजाब से भरे हुए एक घड़े में जस्ते का बेलन डूबा रहता था। बेलन के अन्दर मिट्टी का एक खुरदरा बर्तन रखा रहता है, जिसमें से होकर गैसें जा सकें। उस बर्तन में शोरे के तेजाब में 'कार्बन-रॉड' पड़ा होता है। बैटरी बनाने योग्य ऐसे तीन या चार सैल्स को मिलाने से इतनी बिजली उत्पन्न हो जावेगी कि उससे सीने की

मैशीन का मोटर चलाया जा सकता है, अथवा छः से आठ कैंडिल<sup>\*</sup> पावर का लैम्प जलाया जा सकता है। बुनसेन की बीस सेलो की बैटरी से एक 'आर्क-लैम्प' को जलाया जा सकता है। यहाँ से बिजली की शक्ति का युग प्रारम्भ होता है।

### मिश्रणों को तोड़कर तत्व बनाने वाली शक्ति

वोल्टाइक अथवा गैलवैनिक बिजली के आविष्कार का वास्तविक महत्व यह था कि इस से मनुष्य को एक ऐसी नई शक्ति मिल गई, जिससे उसने एक-एक करके अनेक ऐसे आविष्कार कर डाले। जिस वर्ष वोल्टा ने अपनी बिजली को बनाया था, कारलिस्ले ( Carlisle ) और निकॉलसन ( Nicholsan ) नाम के दो अंग्रेजों ने यह आविष्कार किया कि वोल्टा की बिजली जिस नई करेट को उत्पन्न करती है, उसमें प्रकृति के बन्धनों को तोड़ने की अद्भुत शक्ति भी है। उन्होंने पानी से हाईड्रोजन ( Hydrogen ) और ऑक्सीजन ( Oxygen ) निकालकर दिखलाया।

कुछ वर्षों के पश्चात् सर हम्फ्री डेवी ( Sir Humphry Davy ) ने पता लगाया कि वोल्टाइक करेट,

\* बिजली की बत्तियों में रोशनी के परिमाण की अपेक्षा पृथक्-पृथक् शक्ति की बत्ती होती है, जिनकी ह्काई कैंडिल पावर कहलाती है।

अन्य अनेक पदार्थों का भी, मौलिक तत्वों के रूप में, विश्लेषण कर सकती है। जो कार्य अभी तक केवल अग्नि ही करती थी, बिजली की करेट वह सब, और उससे भी अधिक, करने लगी। इस समय विज्ञान ने एक नए युग में प्रवेश किया था।

इसके पश्चात् सन् १८२० ई० में वह आविष्कार हुआ, जो अब तक के विद्युत्-सम्बन्धी आविष्कारों में सब से बड़ा था। उस आविष्कार-द्वारा डाइनेमो, मोटर, टेलीफोन, टेलीग्राफ और वर्तमान संसार के सभी आश्चर्यों का अस्तित्व सम्भव हुआ। हैन्स क्रिश्चियन ओएस्टेड (Hans Christian Oersted) नाम के डेनमार्क के विश्व-विख्यात वैज्ञानिक ने पता लगाया कि यदि किसी वोल्टाइक बैटरी से निकली हुई करेट का एक तार में से चलाया जावे, तो तार के चारों ओर कुछ नई और रहस्य-पूर्ण शक्ति उत्पन्न हो जावेगी और वह कुतुबनुमा की सुई को भी घुमावेगी।

यह बहुत दिनों से विचार किया जा रहा था कि चुम्बक-शक्ति और बिजली में कुछ सम्बन्ध अवश्य होना चाहिए। इन दोनों शक्तियों के वास्तविक सम्बन्ध और उसके प्रकार का पता लगाना कोपेनहेगेन (डेनमार्क की राजधानी) के ओएस्टेड के लिए छोड़ दिया गया।

**प्रकृति की कोई वस्तु बिना परिवर्तन के नहीं मिलती**

यदि तॉवे के तार की गोल रस्सी को पेंसिल के चारों

और घुमाया जावे और उस रस्सी के लच्छे अथवा 'कोएल' ( Coil ) के दोनो किनारो को बैटरी के दोनो 'ध्रुवो' ( Poles ) से मिला दिया जावे, तो 'कोएल' के अन्दर से जानेवाली बिजली के करेट का मार्ग उसको मैग्नेट अथवा चुम्बक बना देता है। 'कोएल' में चुम्बक शक्ति (Magnetic Power ) होती है, उसका किनारा मैग्नेट अथवा चुम्बक के उत्तरी-ध्रुव के समान कार्य करेगा और दूसरा किनारा दक्षिणी-ध्रुव के समान। जब तक 'कोएल' में करेट गुजरती रहेगी, वह बिजली का मैग्नेट बना रहेगा। कोएल के अन्दर एक लोहे की छड़ को रक्खा जावे, तो वह लोहा भी चुम्बक-शक्ति-युक्त हो जावेगा।

घोड़े की नाल जितना बड़ा चुम्बक, 'बुनसेन सेल्स' ( Bunsen Cells ) की करेट से शक्ति-सम्पन्न हो जाने पर, इतना शक्ति-शाली हो जाता है कि कोयले से भरी लोहे की टोकरी को उठा सकता है।

प्रकृति-भर का यही अनुभव है कि लागत लगाए बिना कुछ नहीं मिल सकता। बिजली की बैटरी में भी यही सिद्धान्त काम करता है, बैटरी सदा करेट ही उत्पन्न नहीं करती, उसमें एक विनाशात्मक कार्य भी होता रहता है। बैटरी स्वयं भी एक कौतुक-पूर्ण संसार है, जिसमें सब प्रकार की कौतुक-पूर्ण घटनाएँ होती रहती हैं। 'डेनियल

सेल' ( Daniell's Cell ) में इसका एक अच्छा उदाहरण मिलेगा । अपने टिकाऊपन के कारण ही टेलीग्राफ में इससे बहुत काम लिया जाता है । यहाँ हम 'नीलाथोथा' के घोल में तॉबे के एक पत्तर अथवा बेलन (Cylinder) को खड़ा करते हैं और छेददार बर्तन में 'ज़िक-सल्फेट' ( Sulphate of Zinc ) के घोल अथवा पानी-मिले गन्धक के तेजाब ( Sulphuric Acid ) में जस्ते का का दण्डा खड़ा करते हैं । ज्योंही तॉबे और जस्ते के पत्तरो को तार-द्वारा जोड़ा जाता है, बैटरी के अन्दर की प्रत्येक वस्तु काम करने लगती है ।

इसकी प्रक्रिया के सम्बन्ध में जानने के लिये 'ओएन' ( Ion ) नामक वस्तु को समझना होगा । रसायन-विज्ञान बतलाता है कि सब पदार्थ अणुओं ( Molecules ) से बनते हैं, और प्रत्येक अणु उन परमाणुओं ( Atoms ) की सुगम-से-सुगम रचना है, जो स्वतन्त्र दशा में भी रह सकते हैं । नमक के एक अणु ( Molecule ) में एक परमाणु ( Atom ) सोडियम ( Sodium ) और एक परमाणु क्लोरीन ( Chlorine ) का होता है, हिन्दु नमक घुले हुए पानी में बिजली की करेण्ट छोड़ी जावे, तो धीरे-धीरे यह अणु पृथक् हो जावेगे । सोडियम के प्रत्येक 'ओएन' में पॉजिटिव और क्लोरीन के प्रत्येक 'ओएन' में नेगेटिव बिजली का प्रवाह होगा । सोडियम के

‘ओएन’ क्रमशः पानी के अन्दर ‘नोगेटिव-ध्रुवों’ की ओर जावेगे और उतनी ही क्लोरीन के ‘ओएन’ ‘पॉजिटिव-पोल’ की ओर जावेगे। यह क्रम तब तक चलता-रहेगा, जब तक सब नमक समाप्त न हो जावेगा।

बिजली द्वारा पानी में से ‘हाईड्रोजन’ और ‘ओषजन’ पृथक् किये जाने की प्रक्रिया, ‘ओएन’ के साथ-साथ प्रत्येक बैटरी में किसी-न-किसी रूप में होती रहती है। ‘डैनियल-सेल’ की प्रक्रिया से पता चलता है कि जस्ते के ‘ओएन’ के स्वतन्त्र होने के साथ-साथ जस्ते का टुकड़ा खतम हो जाता है। जस्ते के यह ‘ओइन’ छेददार बर्तन की ओर जाते हैं। बाहर के बर्तन में नीलाथोथा ताम्बे के ‘ओएन’ के रूप में परिवर्तित हो रहा है। ताम्बे के ‘ओएन’ ताम्बे के पत्तर के पास जाते हैं और ठोस धातु ताम्बे का रूप धारण कर लेते हैं। वास्तव में वह ताम्बा बनाते हैं और ताम्बे के पत्तर के बोझ को बढ़ाते हैं। अब नीला थोथा के ताम्बे के रूप में परिवर्तित ‘ओएन’ विरुद्ध दिशा में छेददार बर्तन को ओर जाते हैं, यहाँ वह जस्ते के ‘ओएन’ से मिलते हैं। और अधिक ‘जिक-सफ्लेट’ उत्पन्न करते हैं।

यात्रा करने वाले ‘ओएन’ का यह व्यस्त-संसार प्रत्येक बैटरी में है। प्रत्येक बार, जेबी लैम्प का स्विच, बटन या चाबी दबाते ही प्रकाश की किरण देनेवाली भी छोटी-सी बैटरी ‘अमोनियम’ (Ammonium) और ‘क्लोरीन’

के ओएन उत्पन्न करना आरम्भ कर देती है और क्रमशः एक अवस्था ऐसी आ जाती है, जब उसकी शक्ति क्षीण होते-होते समाप्त हो जाती है।

सम्भवतः सब से अधिक काम में लायी जानेवाली और उपयोगी 'लेक्लांचे' (Leclanche) बैटरी है। इससे बिजली की घटियों को बजाने और बिजली के जेबी लैम्पों को जलाने का काम लिया जाता है।

### बिजली-प्रतिरोध और उसकी उष्णता की दो बड़ी घटनाएँ

बिजली-द्वारा उत्पन्न हुई शक्ति से, बिजली की करंट की शक्ति को नापना सम्भव हो गया। करंट को नापने वाले यन्त्रों का भी आविष्कार किया गया। जिस प्रकार एक मैग्नेट ( चुम्बक ) के पास रखा हुआ लोहे का टुकड़ा स्वयं भी मैग्नेट होजाता है, उसी प्रकार यह पता लगा कि तार के एक 'कोएल' में प्रवाहित करेंट, पास में रखे हुए तार के दूसरे 'कोएल' में भी चली जावेगी।

दो बड़ी बातों का और भी पता लगा। एक तो यह कि कुछ धातुएँ दूसरी धातुओं की अपेक्षा अधिक अच्छी प्रवाहक हैं और दूसरा यह कि बिजली की करंट का प्रवाह तार को उष्ण कर देता है। आहम ( Ohm ) नाम के विद्वान् ने पता लगाया कि एक प्रवाहक ( Conductor )



मे से जानेवाली करेट का परिमाण बिल्कुल ही उस 'प्रवाहक' की बाधा ( Resistance ) पर निर्भर है । उसके पश्चात् बाद में इस रुकावट की शक्ति को उन इकाइयों ( Units ) में नापा गया, जिनको अपने आविष्कारक के नाम के अनुसार 'ओहम' नाम दिया गया ।

यह वास्तविक घटना है कि अधिक बाधा की वस्तुएँ उष्णता उत्पन्न करनेवाली करेट निकालती हैं, और आज हम भारी बाधा करनेवाली वस्तुओं में से गिजली का प्रवाहित करते हुए घर, चूल्हे अथवा अंगीठों को उष्ण कर सकते हैं । एक दिन आवेगा, जब उष्णता के लिये कायले और गैस से काम नहीं लिया जावेगा । आज कायले से वाष्प बनाने का काम लिया जाता है । वाष्प के एंजिन उन मशीनों को चलाते हैं, जो बिजली उत्पन्न करती हैं, और बिजली की करेट को बाधा करनेवाली धातुओं के तार में लेजाकर उष्णता के रूप में परिवर्तित कर देते हैं । परिणाम-स्वरूप बड़ी भारी उष्णता उत्पन्न होती है । यह पहले से ही बड़े भारी परिमाण में किया जा रहा है । किन्तु यह सामान्य नियम इस समय के लिए ही है । भविष्य के लिए नहीं है, वरन् उस समय के लिए है, जब विज्ञान लकड़ियों को शक्ति के रूप में बदलने के वर्तमान खर्चीले तरीकों पर विजय प्राप्त कर लेगा ।

## शासन करने आरम्भ करने और रोकी जाने योग्य रहस्य-पूर्ण शक्ति

एक चुम्बक पर बिजली की करेन्ट के प्रभाव से संसार पर शासन करने वाली इस नई शक्ति की ताकत को नापने के लिए प्रथम साधन प्राप्त करने का मार्ग मिला। अब राष्ट्र का प्रत्येक व्यक्ति, बिजली को एक वास्तविक विज्ञान बना देने के काम में, जुट गया। किन्तु बहुत वर्षों तक इसके वास्तविक स्वभाव को नहीं समझा जा सका और बिजली को वह रहस्यपूर्ण द्रव-पदार्थ ही समझा जाता रहा, जो अपने प्रवाहक तारों के अन्दर और सभबतः चारों ओर चलती थी।

तौ भी समस्त संसार की उत्सुकता बढ़ गई। यह एक ऐसी शक्ति थी, जो अ-समान धातुओं की क्रिया से उत्पन्न तथा रासायनिक तरल से उत्तेजित होकर प्रकाश और उष्णता उत्पन्न करती, चुम्बक-शक्ति को बनाती और पुद्गल तथा दूसरे पदार्थों का विश्लेषण (decompose) करके उनके वही मौलिक तत्व बना देती थी, जिनसे कि वह स्वयं बने थे। नई शक्ति पर शासन किया जा सकता था, प्रवाहको-द्वारा वह किसी भी स्थान पर ले जाई जा सकती थी और वही उससे काम लिया जा सकता था। केवल यही पता नहीं लगा कि बिजली किस प्रकार 'चुम्बक-

शक्ति' को उत्पन्न करती है, वरन् यह भी पता लग गया कि किस प्रकार 'मैग्नेटिक पॉवर' भी बिजली उत्पन्न कर सकती है। फिर 'डाइनेमो' (Dynamo) का विकास हुआ। आज यह मशान हमारे लिये वह सब बिजली उत्पन्न कर देती है, जो हम वाष्प और तेल के इंजिन की मशीनों की शक्तियों और जल-प्रपात से लेते थे।

### सहस्रो मील भेजी जाने योग्य शक्ति

अपने चुम्बकीय प्रभावों के बिना वोल्टाइक बैटरी का उपयोग बहुत परिमित होता। चाहे अब वह आश्चर्यजनक रूप से कितनी ही परिष्कृत क्यों न होगई हो, किन्तु दोनों शक्तियों के इस महत्वपूर्ण सम्बन्ध ने—जो सहस्रो वर्ष पूर्व से मनुष्य को पृथक्-पृथक् रूप में विदित थी—आज मनुष्य को इस योग्य बना दिया है कि वह शक्ति को घड़े के समान जोत सके। मनुष्य को अब उन साधनों का भी पता चल गया है, जिनकी सहायता से वह इस शक्ति को आवश्यकता तथा अपने उपयोग के अनुसार जहाँ चाहे ले जाये।



## पाँचवाँ अध्याय



### डाइनेमो की कहानी

मकानों को प्रकाशित करने, ट्राम-गाड़ियों को चलाने और नगर के लाखों व्यक्तियों की आवश्यकताओं की पूर्ति करने के लिए बनाई जाने वाली बिजली के भारी परिमाण में बनाने की एक बड़ी भारी कहानी है। महारानी एलीज़बैथ के डाक्टर गिल्बर्ट के बाद के बड़े-बड़े वैज्ञानिकों के ज्ञान और आविष्कारों को एकत्रित करने से ही यह सबसंभव हो सका है। वॉन ग्वेरिक की चमकते हुए गंधक की गेंदों वाले आरम्भिक विद्युत्प्रकाश से लेकर वर्तमान समय के सड़कों की दूकानों को प्रकाशित करने वाले हाफवाट लैम्पों में उतना ही अन्तर है, जितना कि पृथ्वी के ध्रुवों में। थोड़ा-थोड़ा करके एक आविष्कार के बाद दूसरा होता गया—यहाँ तक कि आज हम चाहे जिस स्थान में और चाहे जितनी, अधिक-से-अधिक अथवा कम-से-कम, बिजली लगा सकते हैं।

इस करेट को उत्पन्न करनेवाली मशीन को 'डाइनेमो' कहते हैं। 'डाइनेमो' का भेद बिलकुल सीधा-सादा है। यदि तारों के 'कोएल' को बिजली की बैटरी के ध्रुवों (Poles) में लगा दे, तो वह 'कोएल' चुम्बक के समान काम करेगा; क्योंकि करेट चुम्बकीय-क्षेत्र उत्पन्न करती है। यदि ऐसे 'कोएल' को चुम्बकीय-क्षेत्र में घुमाया जावे, तो 'कोएल' में बिजली की करेट उत्पन्न हो जावेगी। 'डाइनेमो' इसके अतिरिक्त और कुछ नहीं है कि तार की बहुत-सी 'कोएल्स' को एक शक्ति-शाली चुम्बक के ध्रुवों के बीच में से निकाला जाता है और ज्यों ही वह उसके द्वारा फेंके हुए वेग की रेखाओं को काटते हैं, तो बिजली की करेट उत्पन्न हो जाती है। फिर बिजली की इस करेट को एकत्रित कर लिया जाता है।

यह बात समझ लेने की है कि जब 'कोएल' को चुम्बकीय-क्षेत्र में घुमाया जाता है, तो मैग्नेट और 'कोएल' को कुछ निश्चित नियमों का पालन करना पड़ता है। 'कोएल' के घूमने की दिशा और उसके मैग्नेट के उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों के सम्बन्ध के अनुसार करेट एक निश्चित दिशा में ही चलेगी। जब एक 'कोएल' (लच्छी) आधे वृत्त में घूम जाता है, तो वह उलटा लौटता है। अतः बाकी आधे चक्र में उत्पन्न हुई करेट उल्टे मार्ग में चलेगी। इस प्रकार 'डाइनेमो' के सबसे सादे रूप में करेट प्रत्येक चक्र

मे दो बार अपनी दिशा बदलती है। ऐसी करेट को क्रमिक अथवा 'आलटर्नेटिंग' करेट कहते हैं। वर्तमान 'डाइनेमो' मे 'कोएल्स' के क्रम को 'आरमेच्योर' कहते हैं। यह 'आरमेच्योर' इस प्रकार से बनाया जाता है कि करेट को एकत्रित करनेवाले 'ब्रुश' या तो आलटर्नेटिंग अथवा सीधी करेट उत्पन्न करेंगे।

यह दोनो प्रकार की करेट बड़ी महत्वपूर्ण है। बड़े भारी 'एक्च्यूमूलेटरो' ( बिजली की शक्ति को एकत्रित करने का यन्त्र) मे बिजली भरने के लिये 'डायरेक्ट' अथवा सीधी करेट अत्यन्त आवश्यक है। इसके विरुद्ध 'आलटर्नेटिंग' अथवा क्रमिक करेट बहुत दूर तक बिजली को ले जाने के लिये अत्यन्त उपयुक्त होती है।

एक तालाब से नल के द्वारा बहुत दूर पानी पहुँचाना है। इसके लिये आवश्यक है कि जिस स्थान पर पानी पहुँचाना है, उससे तालाब ऊँचे स्थान पर रहे। तालाब को जितना ही ऊपर उठाया जा सकेगा, पानी का दबाव उतना ही अधिक होगा। नल के अन्दर पानी पहुँचने के वेग का अनुपात भी इसी दबाव पर निर्भर है।

**डाइनेमो-द्वारा उत्पन्न बिजली का भयप्रद दबाव**

'डाइनेमो' की पानी के तालाब से और करेट के दबाव की पानी के दबाव से तुलना कर सकते हैं। जब कि पानी यह कह कर नापा जा सकता है कि यहाँ इतने सिर पानी

है, तो बिजली यह कहकर नापी जाती है कि उसका दबाव इतने 'वोल्ट' है। बिजली के आरम्भिक दिनों में एक सौ वोल्ट की बिजली जलाना साधारण दबाव था, किन्तु इस का बहुत शीघ्र पता लग गया कि यदि बिजली को अधिक दूरी पर भेजना है तो यह दबाव काफी नहीं होगा। इसी-लिये आज बिजली भेजने के लिये २००, २२०, ४०० वल्टिक और अधिक वोल्ट के दबाव से काम लिया जाता है।

जब बिजली को बड़ी-बड़ी दूर पर भेजने की समस्या उपस्थित हुई, तो जलप्रपात-द्वारा बिजली की उत्पत्ति की गई। इसको सौ-सौ मील पर ले जाने की आवश्यकता हुई, तो बहुत बड़े दबाव से काम लेना पड़ा। आजकल एक लाख वोल्ट के दबाव तक की करेट से काम लिया जाता है।

४००० वोल्ट के दबाव (Pressure) की करेट १०० वोल्ट वाली की अपेक्षा सौ मील तक बिना हानि के क्यो जा सकती है ?—इस विषय पर कुछ थोड़ा सा समय और लगाने से बिजली के विषय में बहुत कुछ सीखा जा सकेगा।

महान विद्वान् ओहम (Ohm) ने एक ऐसे शब्द का आविष्कार किया है, जो संभवतः बिजली के सब नियमों में सबसे अधिक उपयोगी है। वह यह कि जब करेट किसी पूर्ण-मार्ग में चलती है, जिसको हम भविष्य में घेरा अथवा 'सर्कट' कहेंगे, तो बिजली का परिमाण वोल्टों की उस

संख्या के बराबर होगा, जो बाधा ( Resistance ) से भाग दिये जाने पर प्राप्त होगी ।

## बड़े-बड़े विद्युत् उत्पादकों को चलानेवाले भरने और दरिया

इन बिजली के परिमाणों की इकाइयों को तीन विद्वानों ने चलाया है । ऐम्पियर, वोल्ट और ओहम । इसीलिये करंट के नापने की इकाइयों को 'ऐम्पियर्स,' दबाव की इकाइयों को 'वोल्ट्स' ( Volts ) और बाधा की इकाइयों को 'ओहम' कहते हैं । यदि एक वोल्ट के दबाव की करंट पूरे 'सर्कट' में सेजाती है, जिसकी बाधा भी केवल एक 'ओहम' ही है, तो करंट की शक्ति भी केवल एक 'ऐम्पियर' होगी ।

यदि करन्ट को एक लम्ब तार-द्वारा, बड़े भारी दबाव के साथ, भेजा जावे तो उसकी सामर्थ्य-शक्ति बहुत कम हो जावेगी । ज्यों-ज्यों 'वोल्ट' की संख्या अधिकाधिक होती जावेगी, उसकी सामर्थ्य भी कम होती जावेगी । इस प्रकार बड़े लम्बे फासले में 'वोल्ट' की संख्या बहुत अधिक हो जाती है ।

पानी के भरनों और भँवर पड़े हुए बड़े भारी वेग वाली नदियों की स्वाभाविक शक्ति को काम में लाने से आज एक करोड़ 'हॉर्सपावर' की बिजली बन रही है । यह स्वाभाविक शक्ति से चलने वाले पानी के चक्र, जो कई



शताब्दियों से अपनी शक्ति को व्यर्थ खो रहे थे, आज बड़े-बड़े विद्युत-उत्पादक-यंत्रों को चला रहे हैं। किन्तु जिन बड़े कारखानों अथवा नगरों को अपने कारखानों अथवा निवासियों के घरों को प्रकाशित करने के लिए बिजली की आवश्यकता है, उनके पास भरने और पानी की शक्ति बहुत कम है।

### पचास या सौ मील तक बिजली कैसे ले जायी जाती है

इस प्रकार बिजली को भरनों के दृश्यों से तार-द्वारा ५० या १०० मील दूर के छोटे और बड़े नगरों में ले जाया जाता है। इस प्रकार की अवस्थाओं में अधिक वोल्ट खर्च किये जाते हैं और बिजली को ले जाने वाले तारों को ऊँचे-ऊँचे थम्बों-द्वारा रोका जाता है। यह इसलिये कि इन तारों के छूने से तत्क्षण मृत्यु हो सकती है। कई शताब्दियों तक थम्बों भी इस्पात के बनाये जाते रहे, जिससे उनको कीड़े मकौड़े खराब न कर सकें। इन तारों को भी अलग-अलग ही रखना चाहिए, नहीं तो एक तार की पॉजिटिव अथवा धन बिजली और दूसरे की नैगेटिव अथवा ऋण बिजली आपस में मिलकर एक दूसरे को जायल कर सकती है। वर्षा के समय जब हवा अच्छी चलती है, तो तार के चारों ओर रात्रि में प्रायः तेज चमक देखी जाती है। यह

आश्चर्यजनक शक्ति एक तार से दूसरे में कूद जाने का उद्योग करती है। इस प्रकार कुछ बिजली व्यर्थ खराब भी हो जाती है।

इगलैण्ड में प्रवाहको को ज़मीन के नीचे ले जाकर कम 'वोल्ट' खर्च किये जाते हैं। इस मार्ग को विद्युत-उत्पादक स्थान के स्विचबोर्ड से तलाश करने में अच्छा आनन्द आता है।

बिजली-घर में यह देखकर आश्चर्य होता है कि नगर की ट्राम गाड़ियों को चलाने, समूचे नगर को प्रकाशित करने और उसके कारखानों को मोटरो को चलाने वाली इतनी भारी बिजली, इतनी शान्त मशीनों से उत्पन्न हो जाती है। आधुनिक बिजली-घर की भी एक निराली शान है। पहिले-पहल देखने से वह बिल्कुल शान्त दिखलाई देता है। वहाँ तो केवल उसका विशाल आरमेच्योर की साँय-साँय, गड़-गड़ और गाने-का-सा शब्द सुनाई देता है। उन तारों के 'कोएल', बिजली के शक्ति-शाली चुम्बकों की शक्ति-रेखा के आर-पार जाने वाले तारों के 'कोएल' को धारण किये हुए यह 'आरमेच्योर', पहिले-पहल देखने में बड़ा शान्त जान पड़ता है। किन्तु वास्तव में यह बड़ी तेज़ी से चलता रहता है। इसका 'बैलेस' चारों ओर से इतना ठीक होता है कि तेज़ी से घूमते हुए भी यह चलता हुआ नहीं जान पड़ता। बिजली-घर की विशेषता उसका सादा-

पन है, तौ भी 'फील्ड-मैग्नेट' का घूमना, उसका प्रबन्ध और आरमेच्योर की असाधारण बनावट, आज भी अत्यंत आश्चर्य के विषय है।

बिजली-घर का स्विचबोर्ड एक बड़े भारी कारखाने के दफ्तर के समान होता है। यह 'डाइनेमो' से करेन्ट को एकत्रित करके उसको प्रवाहको में भेज देता है और वहाँ से वह उस स्थान पर जाती है, जहाँ उससे वास्तविक कार्य लिया जाता है। 'स्विचबोर्ड' के आवश्यक अंशों को यहाँ दिया जाता है:—

१—'वोल्टो' का नियमन करने के लिए 'रेजिस्टेन्स-प्रबंध'।

२—'स्विच', जिनमें बस-बार ( Bus-bars ) कहलाने वाले भिन्न-भिन्न डाइनेमो जुड़े होते हैं।

३—'कट आउट (Cut-out)—डाइनेमो और करेन्ट से जाने वाले तारों की रक्षा करने के लिए।

४—उत्पन्न की हुई करेन्ट, दी हुई बिजली और करेन्ट के दबाव को नापने के यंत्र।

उपयोग-कर्त्ताओं के व्यय में आने वाली बिजली को ले जाने के लिए एक मुख्य तार होता है। इन मुख्य तारों में प्रायः सीधी करेन्ट नहीं दी जाती। पहले वह एक कोष में जमा होती है। यहाँ से वह भिन्न-भिन्न काम लेने वालों के पास पहुँचती है।

बिजली बॉटने के स्थान में डाइनेमो नहीं लगाया जाता।

इतनी अधिक बिजली को उत्पन्न करना एक काम है और उसको बँटकर उस पर नियमन करना दूसरा। प्रकाश के भिन्न-भिन्न केन्द्रों और मोटरों को, जिनका कि बिजली को करेन्ट दी जाती है, बिजली के अशुभ प्रभावों से बचाने के लिए विशेष प्रबंध किया जाता है।

यद्यपि एक छोटे से 'स्विच' को दबाने से बिजली जला अथवा बुझा सकते हैं, किन्तु उत्पादक-केन्द्र बिजली-घर की भारी करेन्ट इस प्रकार सुगमता से चलाई अथवा रोकी नहीं जा सकती। यदि एक बड़ी बैटरी अथवा 'डाइनेमो' के दो किनारे एक दूसरे से छुवा दिये जाने के बाद थोड़ा पृथक् किये जावे, तो 'आर्क' कहलाने वाली एक बड़ी शक्ति-शाली चिगारी उत्पन्न होगी, जो बहुत हानि पहुँचा सकती है।

### ‘फ्यूज़ बॉक्स’ और उसका कार्य

यदि कभी संयोगवश अचानक ही कोई पॉजिटिव तार किसी नेगेटिव तार से छू जावे, और बिजली के पूर्ण-मार्ग ( सर्किट ) को छोटा कर दे, तो उसके लिये प्रायः ‘फ्यूजो’ से काम लिया जाता है। बिजली के प्रत्येक घर में, कहीं-न-कहीं, ‘फ्यूज बॉक्स’ अवश्य होगा, जिसमें बिजली के मार्ग का खतरे से बचाने के लिये बहुत-से ‘फ्यूज’ के तार लगे होते हैं।

जब किसी तार में से बिजली जाती है, तो उसको

उष्ण कर देती है। यदि किसी पतले तार में से बड़ी करेट जाती है, तो वह उसको इतना अधिक उष्ण कर देती है कि तार गल जाता है। वास्तव में इसी प्रकार 'फ्यूज' बनाया जाता है। यह तार प्रायः कम उष्णता से गल जाने वाली धातु—टीन अथवा अन्य धातुओं का, बना होता है। प्रत्येक अवस्था में, यदि संयोगवश बिजली की अधिक करेट आ जाती है, तो 'फ्यूज' पिघल जाता है और करेंट का आना बन्द हो जाता है।

जहाँ पर अधिक शक्ति की बिजली से काम लिया जाता है, वहाँ 'फ्यूज' को बनाने में विशेष सावधानी से काम लिया जाता है। उन फ्यूजों को 'कट-आउट' कहते हैं। किन्तु सिद्धान्त उनमें भी वही है, कि जिस समय अधिक करेट आ जाती है, तो 'फ्यूज' खराब हो जाता है और करेट का आना बन्द हो जाता है।

बिजली उत्पन्न करनेवाले स्थान से चलनेवाले तारों को 'एलोकट्रिक-मेन्स' कहते हैं। यह ताम्बे के बड़े मोटे तार होते हैं। यह जमीन के नीचे, लकड़ी, मिट्टी के बर्तन अथवा लोहे की नॉद में सावधानी से अलग-अलग लगे हुए होते हैं, यह प्रायः पगदण्डी के पन्द्रह तथा सड़क के तीस इंच नीचे लगे होते हैं।

---

❖ फ्यूज शब्द का अर्थ मो पिघलना है। अतएव पिघलने-वाले तार को फ्यूज बाहर कहते हैं।

## मीटर—विद्युत्-मापक-यन्त्र

इस प्रकार हमारे चलने के मार्ग के नीचे ऊपर नगर अथवा कस्बे में जलनेवाली बिजली की नसे फैली हुई है। बिजली के तार उस रहस्यपूर्ण शक्ति को लाते हैं, जो तुरन्त ही प्रकाश, उष्णता अथवा मशीन की शक्ति के रूप में परिवर्तित हो सकती है। प्रत्येक दफ्तर, कारखाने अथवा घर में करेट को पहिले 'मीटर' में से जाना होता है। यह एक नापने का यन्त्र होता है, जो व्यय हुई सब बिजली का हिसाब रखता है।

बिजली का मीटर आज सब से अधिक कोमल, पेचदार और आश्चर्यजनक औजारों में से एक है। इस समय कई भिन्न-भिन्न प्रकार के मीटरों से काम लिया जा रहा है। कुछ करेट-द्वारा उत्पन्न रसायनिक प्रक्रिया पर निर्भर हैं, दूसरे अपने अन्दर आनेवाली करेट-द्वारा मोटर से घुमाये जाकर गिनते रहते हैं और तीसरे, जब तक मीटर में करेट आती रहती है एक घड़ी गिनने की मशीन को चलाते रहते हैं।

## बिजली का नियमन और वितरण

इस प्रकार एक बिजली की बत्ती का अथवा स्विच खोलकर मोटर का चलाना इतना सुगम नहीं है, जितना कि वह दिखलाई देता है। बिजली की प्रत्येक यूनिट

का हिसाब देना पड़ता है। उत्पादक बिजली-घर में इन्जीनियर को घण्टे-घण्टे और मिनट-मिनट पर करेंट की माँग को ध्यानपूर्वक देखना पड़ता है। बड़े भारी डाइनेमो-द्वारा डाली हुई बिजली पर शासन करना, उसको ठीक स्थान पर भेजना और सहस्रो तथा लाखों काम लेने वालों में बाँटना पड़ता है।



## छटा अध्याय



### बिजली एकत्रित करने का यन्त्र अथवा बैटरी

डाइनेमो, जब तक वाष्प के ऐंजिन अथवा किसी दूसरी प्रकार की शक्ति से चलाया जाता है, बिजली उत्पन्न करता रहता है। जब वह चलना बन्द कर देता है, तो बिजली की करेट का निकलना भी बन्द हो जाता है।

ऐसी अवस्था मे यह नितान्त आवश्यक है कि बिजली को, मौके-बे-मौके के लिये, सुरक्षित रक्खा जाये, ताकि इस अतिरिक्त बिजली से वक्रत-ज्वरुत काम निकाला जा सके।

इसके लिये बिजली बटोरने के यन्त्र अथवा स्टोरेज बैटरी' से काम लिया जाता है।

रात्रि-भर, जिस समय सब सोए रहते है, डाइनेमो को चलाया जाता है, और तज्जनित बिजली को सुरक्षित रूप



से एक्ज्यूमुलेटर्स में—जिनका काम ही यह होता है—जमा-कर लिया जाता है।

बिजली एकत्रित करने के सब से प्रथम यन्त्रों में में एक का आविष्कार बेजामिन फ्रैंकलिन (Benjamin Franklin) ने किया था। उसका नाम ही फ्रैंकलिन का पेन (Franklin's Pane) पड़ गया था। यह कॉच का एक चौकोर टुकड़ा था, जिसके सब ओर पन्नी ( रॉंगे की ) का एक बड़ा टुकड़ा चिपका हुआ था। रगड़वाली मशीन से सम्बन्धित करने से उसमें कुछ रगड़ की गिजली ( Static electricity ) को एकत्रित करना सम्भव था, लेकिन अब रगड़ की बिजली का स्थान, उससे कहीं अधिक शक्ति शाली गैलवैनिक, वोल्टाइक अथवा डाइनेमो की बिजली ने ले लिया है। इसको एकत्रित करने के लिये स्टोरेज बैटरी' का निर्माण किया गया।

एक बैटरी का, जिसमें बिजली भरी जाकर फिर वापिस ली जा सकती थी सन् १८६० ई० में गैस्टन प्लांटी ( Gaston Planté ) ने आविष्कार किया। उसमें शीशे के दो पत्तर साथ-साथ पड़े हुए थे, कुछ टुकड़े उनके बीच में फलालैन जैसी पृथक् करनेवाली वस्तु के लगे हुए थे, जिससे कि वह दोनों पत्तर एक-दूसरे को न छू सकें। पृथक् किए हुए शीशे के पत्तरो की इस वस्तु को गंधक के तेज़ाब और पानी के मिश्रण में रक्खा जाता था और दोनों पत्तरो

से डाइनेमो की करंट का सम्बन्ध कर दिया जाता था। सेल ( बैटरी ) से उसका सम्बन्ध तोड़ देने और उसके पत्तों का करंट की आवश्यकता वाले यन्त्र से सम्बन्ध कर देने पर यह देखने में आया कि वह 'सेल' अपने अन्दर उत्पन्न करके एकत्रित की हुई बिजली को दे देता था।

बिजली एकत्रित करनेवाली 'सेल' से यह आशा की जाती है कि वह उस बिजली को ले सके, स्थिर रख सके और फिर वापिस दे सके, जिसका कि वह डाइनेमो अथवा अन्य बिजली-की बैटरी से प्राप्त करे। ऐसी सेल बिजली को बिजली के रूप में एकत्रित नहीं रख सकती। उसमें लाई हुई बिजली रूपान्तरित होकर रसायनिक-शक्ति बन जाती है, किन्तु जब इस रसायनिक-शक्ति को इसमें से निकाला जाता है, तो वह फिर बिजली बन जाती है।

**यन्त्रीय-शक्ति का रसायनिक-शक्ति में रूपान्तर**

शक्ति के भी अनेक रूप हैं। पर्वत के ढलान पर रखी हुई चट्टान में भी शक्ति है। यदि ऐसा न होता, तो वह किसी नीचे की वस्तु पर गिरकर उसको कुचल डालती। 'डाइनेमाइट' की छड़ी, जिससे खान के मजदूर चट्टान तोड़ने का काम लेते हैं, साधारणतया देखने में ऐसी जान पड़ती है कि किसी का कुछ नहीं बिगाड़ सकती, किन्तु फूटने पर वह अपने अन्दर से १०० हॉर्स-पावर की शक्ति निकालती है। 'ऐम्प्युमुलेटर' में एकत्रित यन्त्रीय-शक्ति, जो

पहले ही बिजली के रूप में रूपान्तरित हो गई है, फिर रसायनिक-शक्ति का रूप धारण कर लेती है। पिस्तौल के घोड़े के समान,—जो कारतूस की शक्ति को छोड़ता हुआ गोली को धकेलता है,—‘ऐक्यूमुलेटर’ के दोनों सिरों के बिजली के मोटर से सन्बन्धित होने से, रसायनिक-शक्ति उत्पन्न होती है और मोटर को मशीन चलाने की शक्ति देती है।

वर्तमान ‘ऐक्यूमुलेटर’ जिमसे संसार-भर में आज बड़े भारी परिमाण में काम लिया जा रहा है, रचना में बिल्कुल साधारण होता है। पॉज़ीटिव अथवा नेगेटिव तत्व अथवा पत्तर एक चपटे सपाकर तार के जाल अथवा ‘ग्रिड’ (Grid) के आकार में बनते हैं। यह ‘ग्रिड’ शब्द की मक्खी के छत्त के समान छेदोवाला शीशा होता है। फिर उसमें Oxide of lead की लेही (Paste) को भरते हैं।

**एक सेल के बनाने में २०० टन की बराबरी**

**करनेवाला दबाव ( प्रेशर )**

फौरे ( Faure ) के आविष्कार किये हुए सेट के नमूने में ‘पॉज़ीटिव’ सेट बनाने में ‘लैड-ऑक्साइड’ से काम लिया जाता है। इसके ‘नेगेटिव’ सेट को मुर्दासंग (Litharge) से भरते हैं। सेल में प्रवाह के आने पर यह मुर्दासंग शीशे के रूप को स्पष्टदार काला कर देता है। इन लेइयों को कभी-कभी तो २०० टन के बराबर के दबाव से तांबे के ‘ग्रिड’ में ठूँसा जाता है।

‘एक्यूमुलेटर’ में एकत्रित बिजली का परिमाण बहुत कुछ सेट ( पत्तर ) के क्षेत्रफल पर निर्भर है। प्रत्येक सेल को सुविधाजनक परिमाण का रखने के लिए, बड़े-बड़े बर्तनो मे कई-कई पॉजीटिव और नेगेटिव सेट रखे जाते हैं। सभी पॉजीटिव और नेगेटिव सेटो को इस प्रकार जोड़ा जाता है कि प्रत्येक सेल मे दो अन्तिम किनारे (Terminal) होते हैं—एक पॉजीटिव और दूसरा नेगेटिव।

एक सेल के वोल्ट का औसत परिमाण दो वोल्ट होता है। अतएव जहाँ कही बिजली जलाने के लिए एक्यूमुलेटर बैटरी की आवश्यकता पडती है, तो पचास या सौ अथवा इससे भी अधिक सेलो से, बत्तियों की वोल्ट-संख्या के अनुसार, काम लेना पडता है। एक सेल के पॉजीटिव को दूसरी के नेगेटिव से बराबर मिलाते रहने से इसको सेलो की शृङ्खला मे जोडना कहते हैं—वोल्ट-संख्या सेलो की संख्या से प्रगुणित हो जाती है—अर्थात् ११० सेल २२० हो जावेगे—इत्यादि।

एक बैटरी के अन्दर एकत्रित की जानेवाली विद्युत शक्ति का परिमाण किसी सेल मे के पॉजीटिव सेटो के क्षेत्रफल पर निर्भर है। यदि एक बैटरी ऐसी १०० बत्तियों को जला सकती है, जिसको १० घण्टो तक १ ऐम्पीयर करंट की आवश्यकता होगी, तो बैटरी की योग्यता  $100 \times 10$  अर्थात् १००० ऐम्पीयर प्रति घण्टे होगी।

जेबी बिजली के लैम्पो के लिए चार वोल्ट के छोटे-छोटे ऐक्यूमुलेटर प्रायः चार-ऐम्पीयर प्रति घण्टे की योग्यता के बनते हैं। जब मोटर गाड़ियों में प्रकाश करने के लिए छै, आठ अथवा बारह वोल्ट के ऐक्यूमुलेटर प्रायः बीस से साठ ऐम्पीयर प्रति घण्टे की योग्यता के होते हैं। इस प्रकार एक ऐक्यूमुलेटर की वोल्ट-संख्या का परिमाण उन सेलो की संख्या पर निर्भर है, जो शृङ्खला-रूप में परस्पर सम्बन्धित हैं, और उसकी योग्यता एक सेल के पॉज़ीटिव सेटो के तल के वर्ग-इञ्चों की संख्या पर निर्भर है।

### ऐक्यूमुलेटरों की उपयोगिता

ऐक्यूमुलेटर को यदि आड़े समय का साथी कहा जाए, तो अत्युक्ति न होगी। वह हमारी सहायता करता है, उस समय पर, जब कि बिजली-घर का मोटर धाखा दे जाता है, उसमें कुछ बिगाड़ होजाता है।

बिजली की रोशनी करने, मोटरकार को गतिशील करने और बिना तार के समाचार प्राप्त करने में आजकल इतनी अधिक संख्या में छोटे-छोटे ऐक्यूमुलेटरों से काम लिया जा रहा है कि उनके साधारण व्यवहार, उनकी उपयोगिता और रक्षा के सम्बन्ध में भी थोड़ा-सा वर्णन कर देना असंगत न होगा।

शीशे के ऐक्यूमुलेटर में दो बड़े ऐंब है। एक तो वह भारी बहुत होता है, दूसरा यह कि भरी हुई बैटरी से जब

काम नहीं लिया जाता, तो धीरे-धीरे उसकी बिजली कम होती जाती है, हालाँकि इन दोनों ही ऐबो को, गत वर्षों में, बहुत कुछ सुधार लिया गया है।

### मोटरकार को पचास मील तक चलानेवाला एडी-सन का 'ऐक्यूमुलेटर'

एडीसन ने एक ऐसी 'स्टोरेज बैटरी' का आविष्कार किया, जिसमें शीशे का स्थान 'निकेल' ले लेती है। निकेल का बोझ शीशे से चौथाई होता है। अनेक प्रयोग करने के पश्चात् अन्न में उसको सफलता का पारितोषिक मिला। इस नये 'ऐक्यूमुलेटर' के सेट 'निकेल गर्ड' (Nickel gards) के बने हुए थे। उन्हें नये रसायनिक मिश्रण-द्वारा जमाया गया था। सभी शीशे के 'ऐक्यूमुलेटरो' में उपयोग किये जानेवाले तेजाब के स्थान में 'कॉस्टिक सोडे' से काम लिया गया।

यद्यपि वह प्रचलित ढंग की 'स्टेण्डर्ड टाइप' को शीशे की बैटरियों का स्थान नहीं ले सकी, तो भी आज एडीसन को बैटरियों से बहुत काम लिया जा रहा है। एडीसन इस बात में सफल हो गया कि उसने एक छोड़े की वन्द-गाड़ी-जैसी आराम देने योग्य छोटी मोटर गाड़ी के लिए इतनी बिजली रखने का प्रबन्ध कर दिया कि वह पचास या साठ मील जा सके। बिजली की गाड़ियों के लिए यह वास्तव में बड़ी भारी सहायता सिद्ध हुई।

किन्तु शीशे की बैटरी में अब भी बहुत गुण थे। बिजली-द्वारा आवागमन के सम्बन्ध में नये प्रकार के 'ऐक्यूमुलेटर' के आविष्कार का काम एक कनाडावासी आविष्कारक के लिए छोड़ दिया गया। शीशे के एक ऐसे 'ऐक्यूमुलेटर' का आविष्कार किया गया, जिसमें न-केवल कुछ मिनट में ही उसमें, 'डाइनेमो' के पास रख देने से, बिजली भर जाती थी, वरन् उसमें भरी हुई बिजली किसी भी समय तक सुरक्षित रखी जा सकती थी। और चूँकि एक 'ऐक्यूमुलेटर' की योग्यता अथवा उसकी बिजली को थामे रखने की शक्ति उसके सेट के तल पर निर्भर रहती है, अतः नये आविष्कारों-द्वारा इन सेटों को वाञ्छनीय रूप देने में कोई कसर न छोड़ी गई और पर्याप्त अंशों में सफलता भी प्राप्त हुई।

### कनाडा के नये 'ऐक्यूमुलेटर' में अधिक उन्नति

एक वर्ग फुट क्षेत्रफल के एक चपटे सेट के तल और छोटी-छोटी उन गेदों की, जो इतने पास-पास रखी गईं हो कि एक वर्ग फुट में सहस्रो आजावे, तुलना करने से पता चलेगा कि चपटी वस्तु के क्षेत्रफल की अपेक्षा एक गोल वस्तु का क्षेत्रफल कहीं अधिक होता है। यह नये सेट कॉच तथा अन्य रसायनिक मिश्रण की सहायता से इसी सिद्धांत को सामने रखकर बनाये गये थे। उनका तल कॉच तथा उस सम्मिश्रण-विशेष की सहायता से अत्यधिक छोटे गोल

अणुओं का बना था। फलतः उनका क्षेत्रफल, निरी चपटी स्लेट की अपेक्षा, कहीं अधिक होगया। तदनुसार बिजली की करंट को थामने की उनकी शक्ति बहुत अधिक बढ़ गई। इसी कारण इस प्रकार के बिजली के 'ऐक्यूमुलेटर'-द्वारा बिजली की मोटर में कहीं दूर तक सफर किया जा सकता है।

सम्भवतः एडीसन और इस कनाडा-निवासी के आविष्कार की सब से बड़ी विशेषता यह थी कि नये 'ऐक्यूमुलेटरों' में बहुत थोड़ी देर में—कुछ मिनटों में—ही बिजली भरी जा सकती थी, जब कि सामान्य 'ऐक्यूमुलेटरों' में बड़ी धीरे-धीरे बिजली भरी जाती थी।

### बिजली की गाड़ियों में बैटरी द्वारा सुगमता

मोटरो से काम लेनेवालों के लिए बिजली-द्वारा चलाई जानेवाली गाड़ियाँ वास्तव में आदर्श हैं। इनमें हाल नहीं लगती। गति का नियमन भी आश्चर्यजनक रूप से सादा है। उनके चलाने में भी कोई परिश्रम नहीं करना पड़ता। पेट्रोल से चलनेवाली मोटरो की अपेक्षा, बिजली की मोटरे, कहीं अधिक समगति से चलती हैं। इसलिये कोमल सामान तथा असमर्थ और रोगियों को लेजाने के लिए बिजली की गाड़ियाँ पेट्रोल की गाड़ियों की अपेक्षा अधिक उपयुक्त हैं।



विश्व-भर के योग्य बिजली की गाड़ी बनाने के मार्ग में एक बड़ी कठिनता है। इसके लिए बिजली की पर्याप्त करेण्ट नहीं मिलती। यदि 'एक्यूमुलेटर' कुछ मिनटों में ही बिजली को ले सकते हैं, तो वह भी तभी उपयोगी हो सकती है, जब कि सब नगरों, कस्बों और गाँवों में बिजली पानी की तरह मिल सके।

एक बीस 'हॉर्स-पावर' की बिजली की मोटर-गाड़ी बैटरी को पूरी तौर से भर (Charged) देने पर दस घण्टे तक दौड़ती है। यदि मोटरवाला अपनी बैटरी को आध घण्टे में फिर भरना चाहता है, तो उसका ४०० हॉर्स-पावर की दर से बिजली की करेण्ट को खर्च करना पड़ेगा। इतनी अधिक बिजली पाने के लिए विशेष प्रयत्न करने होंगे, जो व्यावहारिक दृष्टि से सहज-साध्य नहीं। अब इसके अतिरिक्त और कोई उपाय नहीं रह जाता कि दस या बारह घण्टों के बाद बैटरी को फिर भर लिया जावे। बैटरी को शीघ्रता से भरने के लिये गाड़ी को भी उसी अनुपात से तेज चलाना होगा। बिजली की गाड़ियों के अधिकाधिक प्रचलित हो जाने से एक नये ढङ्ग के बिजली देने के स्टेशनों की आवश्यकता पड़ेगी। इसलिए कि गाड़ी के हमेशा उसी अनुपात से चलने की सम्भावना बहुत कम रहती है, जिससे कि बैटरी हमेशा भरी ही रहे।

## सहस्रों रूप में रह सकनेवाली शक्ति

‘ऐक्यूमुलेटर-प्लेट’ अथवा ‘ग्रिड’ की सबसे अच्छी बात एक यह है कि जब इसके तरल सेल्स में चार्ज होने पर बिजली पहुँच जाती है, तो यह सूखी के समान उठायी जाकर कितनी भी दूर भेजी जा सकती है और फिर तजाब से भरे बर्तन में लगा देने पर उसी प्रकार बिजली देने लगती है।

जिस प्रकार तेल या पेट्रोल के रूप में शक्ति पृथ्वी के गर्भ में से समुद्र-पार के दूसरे महाद्वीपों को भेजी जा सकती है, उसी प्रकार विद्युत-शक्ति भी एक स्थान से दूसरे स्थान पर, ऐक्यूमुलेटर-ग्रिड की रसायनिक रचना में एकत्रित करके एक शक्ति के रूप में भेजी जा सकती है। यह शक्ति की महत्वपूर्ण रूप से परिवर्तन-शील प्रकृति का दूसरा उदाहरण है कि वह सैकड़ों भिन्न-भिन्न रूपों में रह सकती है। भविष्य की बैटरी संसार की शक्ति को छोटी-छोटी इकाइयों में बाँटने का नया ढङ्ग निकालेगी। उस समय बैटरी से चलाये हुए बिजली के मोटर छोटे-छोटे कारखानों के काम में महत्वपूर्ण कार्य करेंगे। बिजली और भी अनेक प्रकार से मनुष्य जाति की बहुत सेवा करेगी।



## सातवाँ अध्याय



### बिजली के उपयोग

बिजली के विषय का जितना अधिक अध्ययन किया जाता है, उतना ही अधिक वह मनुष्य-जाति की अधिक सेवा करती हुई जान पड़ती है।

बिजली सैकड़ों-हजारों प्रकार से काम में लायी जाती है। बिजली का एक सहस्र 'हॉर्स-पावर' का रेल का एञ्जिन मनुष्य जाति की उतनी सेवा नहीं करता, जितनी सेवा जल के अन्दर के दो हजार मील तक पड़े हुए तार की हल्की करेण्ट कर सकती है। इस्पात के कारखाने का बिजली का भारी चुम्बक, जो दस टन लोहे को उठा सकता है, उस छोटे से बिजली के चुम्बक से अधिक उपयोगी नहीं, जो बटन दबाते ही घण्टी बजा देता है। बिजली की करेण्ट से सुगमता-पूर्वक एक भट्टी के अन्दर पिघली हुई धातु को गलाया जा सकता है, साग-भाजियों को उबाला जा सकता है और एक हवाई जहाज में उड़नेवाले व्यक्ति के ठण्डे-पड़े दस्तानों को गरमाया जा सकता है।

जलप्रपात-द्वारा चलाये हुए उत्पादक बिजली-घरों की बिजली से सैकड़ों मील तक काम लिया जा सकता है। बिजली को 'एक्यूमुलेटरो' के 'रसायनिक-पत्तरो' में एकत्रित करके सड़क, रेलगाड़ी अथवा जहाज में पृथ्वी के अधिक-से-अधिक दूर तक के स्थानों में ले जाया जा सकता है।

किसी ऐसी धातु के बने हुए बिजली के तार में से बिजली की करेण्ट के प्रवाहित करने पर, जो बाधा (Resistance) करे, तार लाल हो जावेगा। इस साधारण-सी चीज को सामने रखकर हम बिजली से उष्णता लेते हैं। बिजली के लोहे, बिजली के चूल्हे या बिजली के 'स्टोव' में बिजली की जिन इकाइयों से काम लिया जाता है, वह अधिक रुकावट करनेवाले तारों की लम्बाई के अतिरिक्त और कुछ नहीं है। इन तारों में से जब करेण्ट प्रवाहित की जाती है, तो यह उष्णता से लाल हो जाते हैं।

यदि हम रुकावट करनेवाले तार को और भी जोर से गरमाये, तो वह उष्णता से सफेद हो जाता है। इस अवस्था में यह प्रकाश देता है। इस आश्चर्यजनक शक्ति से कितनी सुगमता से प्रकाश अथवा उष्णता ली जाती है। बिजली की बत्ती केवल वह सूत या तार हैं, जो बहुत रुकावट करनेवाली सामग्री से बने हुए हैं। वह काँच की ऐसी बत्ती के अन्दर बन्द है, जिसमें से हवा एक दम

खींचली गई है, और जहाँ ऑक्सीजेन बिलकुल नहीं है कि जिसके वहाँ रहने पर तार जल सकता था।

इस प्रकार बिजली उष्णता और प्रकाश देती है। यह दोनों ही कुछ ऐसे पदार्थों की रुकावट पर निर्भर हैं, जो अपने अन्दर करेण्ट आने पर, कम या अधिक, उष्ण हो जाते हैं। एक बैटरी या डाइनेमो की करेण्ट से चलाया हुआ बिजली का मोटर, करेण्ट को शक्ति-रूप में परिवर्तित कर देता है। यहाँ भी एक छोटी मोटर को चलाना उतना ही सुगम है, जितना एक आठ मील प्रति घण्टे से चलनेवाली रेल गाडी के एंजिन को।

### बिजली की करेण्ट का शक्ति-रूप

कारखानों में छोटे-बड़े दर्जनो मोटर का+ करते रहते हैं। बिजली आज कल लगभग सब कही है। यह कार-खाने में उन तारों द्वारा आती है, जो 'स्विचबोर्ड' से जुड़े होते हैं। स्विचबोर्ड से यह अनेक प्रकार के मोटरो, बिजली की बत्तियो और 'रेडिएटरो' में जाती है। इन सब को केवल एक स्विच के दबाने या खोलने से ही क्लाबू में किया जा सकता है।

बिजली की शक्ति के—उष्णता और प्रकाश—वास्तव में बड़े महत्वपूर्ण कार्य है। किन्तु 'टेलीग्राफ' और टेलीफोन उनसे भी अधिक महत्वपूर्ण कार्य करते

हैं, यद्यपि इनका वर्णन करने में हम बिजली की भारी करेंट को छोड़कर, बहुत हल्की करेंट पर आ जाते हैं।

### टेलीफोन और टेलीग्राफ

टेलीफोन का तो आज भारतवर्ष के बड़े-बड़े नगरो और योरुप के गाँव-गाँव में इतना अधिक प्रचार हो गया है कि टेलीग्राफ पीछे पड़ता जा रहा है।

टेलीग्राफ हमारे शब्दों को पृथ्वी-भर में ले जाता है। तारबावू दिल्ली में एक चाबी को दबाता है और उसी समय लिखने का एक कोमल यन्त्र बम्बई, कलकत्ता, मदरास, लन्दन, न्यूयार्क, तेहरान और टोकियो में कागज के रिबन पर निशान करने लगता है। भारत में अभी इसका इतना विकास नहीं हुआ है कि तार की मशीन आए हुए समाचार को स्वयं ही लिख भी ले। यहाँ प्रायः तारबावू को ही आए हुए तार के समाचार को सुन-सुनकर लिखना अथवा टाइप करना पड़ता है। टेलीग्राफ ने पृथ्वी के सब स्थानों की दूरी के अन्तर को जीत लिया है।

### तार ब्रिटिश-साम्राज्य का नाडी-चक्र है

टेलीग्राफ को ब्रिटिश साम्राज्य का नाडी-चक्र कहा जा सकता है। जिस प्रकार नाड़ियों का सम्बन्ध मस्तिष्क से होता है, उसी प्रकार भारत के सब स्थानों का मुख्य सम्बन्ध दिल्ली और शिमला है। दिल्ली, शिमला तथा

अन्य ब्रिटिश उपनिवेशों का टेलीग्राफ का सम्बन्ध सीधे लन्दन की केन्द्रीय सरकार से है।

टेलीग्राफ में भी विद्युत्-शक्ति का ही विनिमय होता है। एक फुट लम्बे तार में काँच के दाने पिरोने हैं और धागा क्रमशः पूरा होगया है तथा अब एक भी दाने के लिए स्थान शेष नहीं रह गया है। ऐसी अवस्था में यदि उसमें एक भी दाना और डाला जावेगा, तो अन्य दानों में ऐसी घिच-पिच मच जावेगी, जिसका प्रभाव सब से दूर के दाने तक पर होगा।

टेलीग्राफ की लम्बी लाइन भी बहुत-कुछ इसी प्रकार की होती है। धातु के तार का तल विद्युत्-अंश से भरा होता है। यह विद्युत्-अंश ऋण बिजली के अंश होते हैं। तारबाबू टेलीग्राफ के यन्त्र में 'गिट-गिट-गिट' का शब्द करके उस लाइन में बिजली का एक करेट लगता है, जो उस लाइन में अधिक विद्युत्-अंशों को ठूसती है। लाइन के पहले से विद्युत्-अंशों के द्वारा भरे होने से नए विद्युत्-अंशों का लाइन के दूसरे कोने तक धक्का लगता है और तुरन्त ही टेलीग्राफ समाचार का संकेत कर देता है।

### समय की आश्चर्यजनक बचत

बिजली की करेट इतनी शीघ्रता से चलती है कि दिल्ली के एक समुद्री तार के दफ्तर में बैठकर उस व्यक्ति को तार देते हैं, जो दक्षिणी अफ्रिका के किसी नगर में अपने

दफ्तर में बैठ-हुआ है, तो उत्तर एक ही मिनट में मिल जाता है।

संसार का आधा व्यापार तार से होता है। आज से कुछ वर्ष पूर्व जब विदेश-यात्रा की जाती थी, तो महीनो तक खबर नहीं मिलता थी, किन्तु आज तो जहाज में बैठे-बैठे यह तार दिया जा सकता है कि यात्रा अच्छी हो रही है। फिर जहाज से उतर कर तार दिया जा सकता है कि कुशल-पूर्वक आ पहुँचे.....आदि। तार-द्वारा मनुष्य संसार के किसी नगर में होने पर भी अपने मित्रों के बीच में ही है।

### टेलीफोन

आज भारतवर्ष में सामान्य और पाश्चात्य देशों में विशेष रूप से टेलीफोन का प्रचार है। पाश्चात्य देशों में तो टेलीफोन से प्रत्येक व्यक्ति काम लेता है। दिल्ली में भी बहुत कम आदमी ऐसे होंगे, जो अपने यहाँ टेलीफोन न होते हुए भी टेलीफोन से काम न लेते हों। व्यवसाय तो टेलीफोन के बिना जैसे लुझा बना रहता है। कहने का तात्पर्य यह है कि टेलीफोन का हमारे जीवन में अविच्छिन्न सम्बन्ध-सा स्थापित होता जा रहा है।

टेलीफोन का सारा काम भी बिजली ही करती है। यह सब प्राचीन गड़रियों, पूर्व की कातने वाली स्त्रियों, गैलवनी और बाल्टा तथा बाद के सैकड़ों वार अन्वेषकों



से लगाकर बेल, एडीसन और टॉमसन के आविष्कारों का ही चमत्कार है।

## तार-द्वारा चित्रों का भेजना

इनसे भी अधिक आश्चर्यजनक वर्तमान ताजे आविष्कार हैं, जिनसे चित्र, हस्ताक्षर और फोटोग्राफ आदि बिजली-द्वारा एक देश से दूसरे देश को भेजे जा सकते हैं। थॉर्नी बेकर (Thorne baker) द्वारा आविष्कृत टेलीग्राम-द्वारा लगभग तीन वर्ष तक प्रतिदिन एक चित्र पेरिस से मानचेस्टर अथवा लंदन को तार-द्वारा भेजा जाता था। इसके पश्चात् ऐडोआर्ड बेलिन (Edouard belin) नाम के एक फ्रांसीसी आविष्कारक ने फ्रांस के प्रधान मंत्री के हस्ताक्षर बेतार-के-तार-द्वारा फ्रांस से अमरीका भेजे थे। जब एक चित्र को तार 'टेलीग्राम' द्वारा भेजा जाता है, तो उसको हजारों छोटे-छोटे भागों में बाँट दिया जाता है। प्रत्येक भाग को बिजली के रूप में उसकी कीमत दी जाती है और यह करेन्ट, जिनमें से प्रत्येक की शक्ति भिन्न-भिन्न होती है, फोटोग्राफ के प्रकाश और साये के साथ, ईथर-द्वारा भेजी जाती है। दूसरे स्थान पर भी वह बिजली के रूप में ही आती है। इस सुदूरवर्ती स्टेशन पर मनुष्य की चतुरता फिर उसको प्रकाशित अथवा काले धब्बों का रूप दे देती है। यहाँ यह रंगीन काँच की छोटी-

छोटी ईंटें हो जाती हैं। अब इन्हें, एक मशीन के टुकड़े एक-करके मौलिक चित्र के ठीक अनुरूप बनाते हैं।

### बेतार का दैनिक समाचार पत्र

वह समय नहीं, जब कुतूहल-वर्धक चित्र और फोटा बेतार-के-तार-द्वारा भेजे जाया करेंगे। इनके साथ दिन-भर के समाचार भी हुआ करेंगे। एक तरह से यह बेतार के दैनिक समाचार पत्र का रूप धारण कर लेंगे।

### बिजली की घंटी

संकेत के सम्बन्ध में तो बिजली से अनेक काम लिए जाते हैं। इसका सबसे सुगम रूप बिजली की घंटी है। बिजली की संकेत-शक्ति और सामर्थ्य की कल्पना आसानी से की जा सकती है। यहाँ यह बताने की आवश्यकता नहीं कि बिजली सदा ही अपने पूर्ण-मार्ग-सर्कट-में अथवा बन्द तारों में बहने का उद्योग करती रहती है। किन्तु यदि तार टूट जावे, तो फिर बिजली काम नहीं कर सकती। इस प्रकार हम एक तार को बैटरी के धन-ध्रुव से मिलाकर तार को लंदन से एडिनबरा तक लेजाकर वहाँ से फिर वापिस ला सकते हैं।

बैटरी की बिजली पूरे-के-पूरे तार में भरजाती है, चाहे वह तारकितना ही लम्बा क्यों न हो। जिस समय तार के खाली किनारे को ऋण-ध्रुव से जोड़ा जाता है, तो उस समय,

वहाँ के बिजली के तारों का पूर्ण-मार्ग-सर्कट-दूसरे कामों के लिए बन्द हो जाता है और बैटरी के ऋण-ध्रुव से बिना जोड़े छोड़ देने पर कोई करंट नहीं जा सकती। ऐसी अवस्था में उसका पूर्ण-मार्ग खुला हुआ होता है।

### आग बुझाने की घंटी और अन्य संकेत

एक तार है, जिसमें आद्यन्त बैटरी की शक्ति भरी हुई है। उसका सर्कट ठीक है और पूरा है। दूसरे शब्दों में वह ऐसी स्थिति में है, जिसमें कि उसकी शक्ति का उपयोग किया जा सकता है। बिजली-भर इस तार से एडिनबरा और उसके माग भी उतनी ही सुगमता से काम ले सकते हैं, जितनी सुगमता से बैटरी के ऋण-ध्रुव पर लंदन में लिया जा सकता है।

आग बुझाने की बिजली की घंटी का 'ऐलार्म' बैटरी-द्वारा एक टूटे हुए 'सर्कट' से, सम्बन्धित होता है। जब तक वह 'सर्कट' टूटा रहता है, घंटी नहीं बजती। किन्तु 'सर्कट' के खाली किनारे इस तरह मिले हुए होते हैं कि जिसमें धातु का एक टुकड़ा, अग्नि-द्वारा उष्ण होकर फैल जाता है और धातु के सम्बन्ध (Metal contact) को छू लेता है। इससे 'सर्कट' पूर्ण हो जाता है और घंटी बजने लगती है।

### टेलीफोन का संकेत

जब हम टेलीफोन के ग्राहक-यन्त्र अथवा 'रिसीवर'

को हाथ में उठाते हैं, तो सम्बन्ध आपस में मिल जाते हैं, जिससे 'मर्केट' के अन्दर से टेलीफोन के दफ्तर को एक करेट दौड़ जाती है, जो वहाँ पर संकेत के यन्त्र में एक बत्ती जला देती है—जिसका अभिप्राय है कि कोई बात करना चाहता है।

### बिजली-द्वारा सोना अथवा चाँदी का मुलम्मा करना

बिजली-द्वारा अनेक धातुओं पर चाँदी, सोने और निकल आदि को बड़े सुन्दर ढँग से मुलम्मा किया जा सकता है। आजकल संसार-भर में बिजली द्वारा कलई चढ़ाई जाती है। इसका महत्व स्पष्ट है। मुलम्मा या कलई, मूल धातु की हवा, आदि से रक्षा करती है। लोहे पर हवा में सुगमता से मोर्चा ( जग ) लग जाता है और कुछ समय के पश्चात् वह टुकड़े-टुकड़े हो जाता है। किन्तु निकल का मुलम्मा या पॉलिश हो जाने पर वह मोर्चा से सुरक्षित रहता है। इसके साथ ही उसकी दिखावट भी अधिक नेत्र-रञ्जक हो जाती है।

### बिजली-द्वारा ऑक्सीजन का बनाया जाना

बिजली सैकड़ों प्रकार के उद्योग-धंधों में काम आती है। इस्त्रीनियरु और रसायनिक इससे अनेक प्रकार से काम लेते हैं। आजकल बिजली-द्वारा बड़े भारी परिमाण में ऑक्सीजन गैस बनाया जा रहा है।

प्रकृति के बन्धनों को तोड़कर पदार्थों के तत्वों को पृथक्-पृथक् कर देना बिजली का बड़ा महत्वपूर्ण कार्य है। बिजली की यह एक विशेषता है कि वह जो कुछ भी देती है, अत्यन्त शुद्ध रूप में ही देती है। बिजली-द्वारा निर्मित ताम्बा-आदि धातु कितने शुद्ध और उपयोगी होते हैं, यह बताने की आवश्यकता नहीं।

### हवा में के नाइट्रोजन से नाइट्रिक एसिड बनाना

ऑक्सीजन का पता लगाने वाले अंग्रेज़ वैज्ञानिक प्रीस्टले ने सन् १७७५ में देखा कि हवा में से बिजली की करंट के जाने के साथ-साथ एक तेज़ाब उत्पन्न हो जाता है। कुछ वर्षों के पश्चात् प्रसिद्ध कैवेंडिश ने सिद्ध कर दिया कि वह 'नाइट्रिक एसिड' था। यह तेज़ाब ऑक्सीजन, हाईड्रोजन और नाइट्रोजन के मिश्रण से बनता था। हवा में से पहिले नाइट्रिक एसिड के रूप में नाइट्रोजन मिला। आज पानी की शक्तिवाले बिजली के पौदे वायुमण्डल में से इस बहुमूल्य गैस को निकालने में लगे हुए हैं।

बर्कलैंड (Birkeland) और ईडे (Evde) नाम के वैज्ञानिकों ने एक बड़ी प्रसिद्ध विधि निकाली है। वह बिजली का सूर्य कहलाने वाले अत्यधिक उष्ण चिगारियों की चमकती हुई चादर से हवा को गुजारते हैं। यह चिगारियें वास्तव में वोल्ट विद्युत-प्रकाश होता है। इसको चुम्बक-शक्ति-द्वारा छै फुट की लम्बाई तक फैलाया जाता है। यह

ईटो की रेखा-की-सा भट्टो में हवा पर अपना प्रभाव दिख-लाता है। नाइट्रोजेन को चूने के पानी में से ले जाया जाता है, जिसके साथ मिलकर यह खाद बन जाता है।

जब सन् १९०५ में इस प्रक्रिया का आविष्कार किया गया था, तो वायुमण्डल के नाइट्रोजेन से ११५ टन खाद बनायी गयी थी। सन् १९१९ में यह परिमाण बढ़कर दस सहस्र टन होगया। आज वायु की खान से ऑक्सीजन और नाइट्रोजेन काफ़ी परिमाण में निकाला जा रहा है। इनका व्यापार अधिकाधिक चेतता जाता है।

विजली-द्वारा इस प्रकार असंख्य उपकार होने के अनेक उदाहरण दिये जा सकते हैं।

### विजली हृदय की गति का हिसाब रखती है

घाव भरने के विज्ञान ( Science of Healing )में भी यह बहुत अधिक उपयोगी सिद्ध हुई है। 'एक्स किरणों' ने चिकित्सा-कार्य में लगभग क्रान्ति उत्पन्न करदा है। यह हृदय को हल्की-से-हल्की गति को बतलानेवाले कोमल-से-कोमल यन्त्र को चला सकती है।

इसकी करेट को महासागर की तलहटी में पहुँचाया जाता है। यह युद्ध के जंगी जहाजों को चला सकती है और एक सहस्र टन की चट्टान को भी पिघला सकती है।

## आठवाँ अध्याय



### चुम्बक क्या कर सकता है ?

बिजली द्वारा चलने वाले प्रत्येक कारखाने में बिजली का चुम्बक अवश्य होगा।

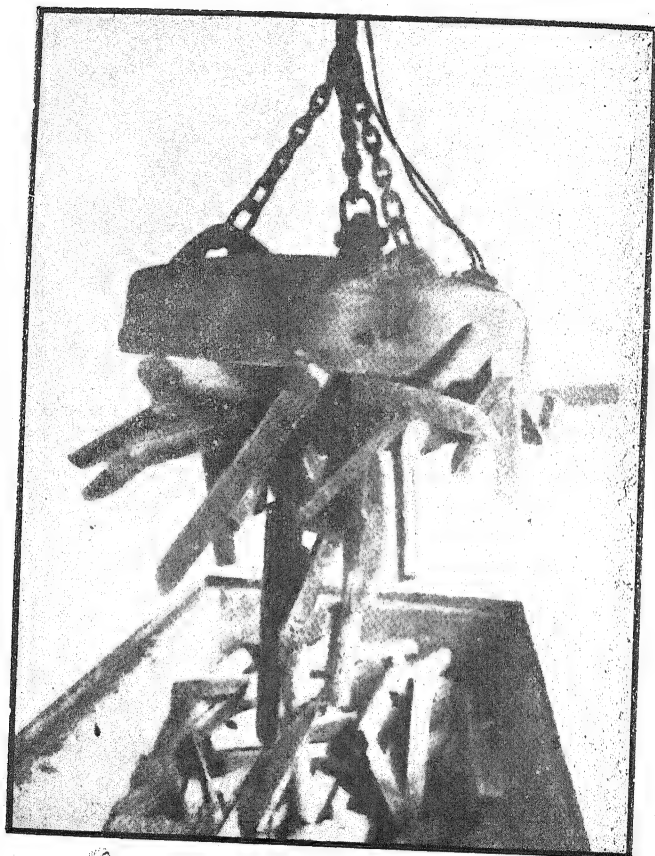
एक पेंसिल के चारों ओर लिपटे हुए तार के गुच्छे पर से बिजली की करंट पास करने से वह चुम्बक-शक्ति युक्त हो जाता है।

बिजली के एक साधारण चुम्बक का बनाना बहुत सुगम है। उसकी सहायता से बहुत से कौतुकपूर्ण प्रयोग किये जा सकते हैं। यदि किसीका काढ़ने की सुई अथवा इस्पात की एक छड़ को, बिजली के चुम्बक से एक सिरे से दूसरे सिरे तक कई बार रगड़ा जावे, तो वह स्थायी चुम्बक बन जावेगा, जब कि बिजली का चुम्बक बैटरी से सम्बन्ध विच्छेद होते ही अपनी चुम्बक-शक्ति खो देगा। एक





## चुम्बक-शक्ति का चमत्कार



मैग्नेट बोझ को उठा रहा है।

अस्थायी शक्ति वाले से स्थायी शक्ति बनाने का यह एक कौतुकपूर्ण उदाहरण है।

बिजली के चुम्बक की शक्ति बहुत बड़ी हो सकती है। चुम्बक जब बहुत छोटा होता है, तो उसके वजन की तुलना में यह शक्ति अधिक-से-अधिक होती है। कुछ ग्रेन बोझ का बिजली का चुम्बक, अपने से ५०० गुना वजन तक उठा सकता है। कारखाने में काम आने वाले चुम्बको का व्यास, अधिक-से-अधिक, पाँच फुट होता है, किन्तु वह तीन या चार टन बोझ तक उठा सकते हैं। उनकी उठाने की शक्ति, उनके वजन की अपेक्षा, चार या पाँच गुणा अधिक होती है।

व्यापार के काम में आनेवाले यह बड़े-बड़े चुम्बक प्रायः गोल होते हैं। इनसे घुमानेवाले अथवा क्रेन नामक बोझ उठानेवाले यन्त्र-द्वारा ऊपर अथवा नीचे किये जाते हैं। यह एक इस्पात की छड़ पर गिरा दिया जाता है। फिर उसमें से बिजली प्रवाहित की जाती है और चुम्बक उठ जाता है। जब तक बिजली चलती रहती है, छड़ चिपकी रहती है। इस तरह से उसे क्रेन-द्वारा वाञ्छित स्थान पर ले जाया जा सकता है।

**आधुनिक चिकित्सा-प्रणाली में चुम्बक का स्थान**

चुम्बक शरीर में से लोहे या इस्पात की छिपटी या टुकड़े को निकालने में विशेष रूप से काम आता है। आँख

से कचरा निकालने में तो उसका विशेष उपयोग होता है। इसकी आकर्षण-शक्ति इतने छोटे-छोटे टुकड़ों को भी अपनी ओर खींच लेती है, अन्य किसी उपाय से जिनका निकलना प्रायः असम्भव-सा होता है।

बिजली के चुम्बक में सबसे बड़ी सुविधा यह है कि वह, बिजली के प्रवाहित करते ही, उपयोगी शक्ति से पूर्ण हो जाता है। इस सुविधा ने इसे एक महत्वपूर्ण स्थान दे दिया है।

### बिजली की घण्टी

बिजली के चुम्बक पर निर्भर रहनेवाला सम्भवतः सब से अच्छा नमूना बिजली की घण्टी है। हम बटन दबाकर घण्टी बजाने के इतने अभ्यस्त हो गए हैं कि इस बात को सोचने का कभी भी किसी को ध्यान नहीं आता कि यह घंटी किस प्रकार बजती है।

प्रत्येक बिजली की घंटी और बिजली का निर्देशक ( Electric Indicator ) बिजली के चुम्बक पर निर्भर होता है। हथौड़ी को घंटी के ऊपर की धातु में बजने की शक्ति चुम्बक देता है। घंटी के बटन को दबाने से स्प्रिंग की धातु का एक टुकड़ा दूसरे टुकड़े को दबाता है। बिजली प्रवाहित होने लगती है और पीतल की एक छोटी-सी बुर्जी ( Pillar ) में स्प्रिंग की धातु का एक छोटा-सा टुकड़ा लगा होता है। इस टुकड़े के साथ लोहे का एक

छोटा-सा पत्तर लगा होता है, जिसका मुख चुम्बक के ध्रुवों के सन्मुख होता है। एक दूसरी बुर्जी में धातु का एक पेच होता है, जो स्प्रिंग के 'आरमेच्योर' की पीठ को छूता है। बिजली चुम्बक के 'कोएल', आरमेच्योर और फिर दबाने वाली बुर्जी में जाकर धक्का देती है और धक्का देकर फिर वापिस लौट जाती है। इस तरह से उसका मार्ग-सर्कट-पूरा होता है।

जिस समय चुम्बक में शक्ति पहुँचती है, तो वह आरमेच्योर को अपनी ओर खींचता है। फलतः हथौड़ी घंटी में लगती है, लेकिन इसके साथ आरमेच्योर, मिलाने वाली पिन से, पृथक् हो जाता है, जिसके फल-स्वरूप बिजली का प्रवाह भंग हो जाता है।

जब यह होता है तो चुम्बक-शक्ति भी विलीन हो जाती है। परिणामतः अब आरमेच्योर को खींचने वाली कोई ऐसी वस्तु नहीं होती, जो स्प्रिंग के समान वापिस आवे। यदि बिजली के प्रवाह को फिर से जारी किया जावे और चुम्बक फिर 'आरमेच्योर' को अपनी ओर खींचे, तो फिर प्रवाह भंग हो जाता है। वास्तव में, इसी क्रिया के बार-बार होने से घंटी पर हथौड़ी बार-बार पड़ती है और यह तब तक होता रहता है, जब तक बटन दबा हुआ रहता है।

• बिजली की 'अध्यापक-घड़ी'

बिजली की वह घड़ी भी घंटी से बहुत कुछ

मिलती है, जो एक अध्यापक-घड़ी अथवा 'मास्टर क्लॉक' कहलाती है। इसके इस समय कई नमूने मिलते हैं। 'अध्यापक-घड़ी' में भू-चुम्बक लगा होता है। इसका संबंध घड़ी के एक दाँते-दार पहिये से होता है। बिजली के प्रवाहित किए जाने पर चुम्बक की शक्ति उस पहिये को चलाती है। वह उसे एक समय में एक दाँत के अन्तर पर धक्का देती है। पहिया इस प्रकार से चलता है कि वह घड़ी की सुइयों को भी अपने साथ चलाता है। प्रत्येक बार दबाने पर यह डायल के ऊपर आधे या एक मिनट तक-जितनी देर तक बटन को दबाया जाये-सुइयों को चलाता है। दूसरे शब्दों में 'अध्यापक-घड़ी' इस प्रकार एक सादी 'टाइमपीम' होती है, जिसके आधीन बिजली की अन्य घड़ियों की सुइयाँ, केवल नियत अन्तर पर ही, भटके के साथ आगे बढ़ती हैं। एक अध्यापक घड़ी, बिजली की कितनी ही घड़ियों को, अपने शासन में रख सकती है और वह सब उसके साथ-साथ ठीक समय देगी बिजली के चुम्बक की एक महत्वपूर्ण विशेषता यह होती है कि वह छोटी और बड़ी, दोनों प्रकार की करंट को सफलता पूर्वक सह लेता है।

### बिजली-द्वारा हृदय की गतियों का फोटो खींचना

मनुष्य के हृदय को नापने का औजार अच्छा कौतुकपूर्ण होता है। यह सर्व-विदित है कि शरीर के पुट्टों की

सभी गतियों के साथ कुछ बिजली के परिवर्तन भी होते हैं। यदि किसी पुट्टे पर बहुत तेज 'गैल्वैनोमीटर' (बिजली नापने का एक यंत्र) लगा दिया जावे, तो पुट्टे के काम कराने वाले (Passive) भाग में से उसके अपने कार्यकारी (Active) भाग को बिजली को एक हल्की करेट गैल्वैनोमीटर के बीच से चलेगी और उसके द्वारा अपनी प्रत्यक्ष गति की सूचना देती रहेगी।

हृदय के पुट्टों के दबाव को नापने के लिए एक बड़े आश्चर्यजनक और प्रभावशाली यंत्र से काम लिया जाता है। यह यंत्र फोटोग्राफी की सहायता से हृदय की गति का यथार्थ नक्शा उतार लेता है। एक अत्यंत शक्ति-शाली बिजली के चुम्बक के ध्रुवों के बीच में क्वार्ट्ज (Quartz) की इतनी पतली और कोमल धाँसी बिछी होती है, जो इंच के  $\frac{1}{4000}$  भाग मात्र ही मोटी होती है। इसके चारों ओर चौड़ी की बड़ी पतली तह चढ़ी होती है, जिससे कि वह प्रवाहक बन जावे। हृदय की धड़कन से उत्पन्न हुई हल्की करेट जब क्वार्ट्ज में से प्रवाहित होती है, तो वह चुम्बक-गुण-युक्त हो जाता है, किन्तु बिजली के चुम्बक की शक्ति इतनी अधिक होती है कि वह क्वार्ट्ज को, जो एक ओर को इंच के हजारवें भाग से भी कहीं दूर हट जाता है—धक्का देता है और प्रकाश की किरण को, फोटोग्राफ की फिल्म के हिलते हुए समूह के पास, जाने देती है।

इस प्रकार फोटोग्राफी-द्वारा हृदय की गति का हिसाब रखा जाता है और उस हिसाब से रोगी की दशा का पता लग जाता है।

**हृदय की गतियों का फ़ोटो खींचने में चुम्बक के**

**आश्चर्य—**

चुम्बक-द्वारा केवल हृदय की गतियों का ही हिसाब नहीं रखा जाता, वरन् हृदय के शब्दों को श्रवणीयता ( Loudness ) और चढ़ाव-उतार के भी मंद श्रावक यंत्र ( Microphone ) के नमूने से चित्र लिया जाता है। इस यन्त्र में कोमल करेट इस प्रकार लगाई जाती है कि वह 'गालवैनोमीटर' पर भी अपना प्रभाव दिखलानी है। इससे बिजली के चुम्बक के सबसे उत्तम और ठीक-ठीक काम करने का प्रमाण मिलता है। यह चिकित्सा-विज्ञान में अत्यधिक उपयोगी सिद्ध हुआ है।

बहुत हल्की करेट को नापने के सभी प्रकार के नाजुक यन्त्र चुम्बक के कार्य पर ही निर्भर है। बिजली का हल्के-से-हल्का प्रवाह भी अपना काम कर जाता है।

**आकाश में बिजली की चिंगारियाँ**

नवम्बर १८३१ ई० में फैराडे ( Faraday ) ने दिखलाया कि चुम्बक-द्वारा करेट को बुलाया जा सकता है। तारों के कोएल में पड़ा हुआ चुम्बक तार में करेट उत्पन्न

कर देगा। जिस समय दो कोएल पास-पास रखे रहते हैं और उनमें से एक में से बिजली प्रवाहित की जाती है, तो दूसरे में भी ब्रिलजी का प्रवेश हो जाता है। यदि दोनों तार एक मुलायम लोहे की छड़ के चारों ओर लिपटे हुए हों, तो इस तरह से प्रवेश पायी हुई बिजली अत्यधिक शक्तिशाली होगी। इस तरह से प्रवेशित शक्ति का उपयोग बड़े भारी पैमाने पर किया जाता है।

केन्द्रीय चुम्बकीय 'कोर' मुलायम लोहे के टुकड़ों का बनता है। उसके चारों ओर तँबे के मोटे तार की दो तह लपेटी जाती है। इसको साधारण 'एलक्ट्रोमैग्नेट' ( Electro-magnet ) कहते हैं। 'प्राईमरी' कहलाने वाले मोटे 'कोएल' पर एक बड़े उम्दा तार का 'कोएल' लपेटा जाता है, जो प्रायः कई मील लम्बा होता है; इसको 'सेकंडरी' ( Secondary ) कहते हैं। 'प्राईमरी' में से बिजली प्रवाहित की जाती है। उसमें बिजली के घंटे-जैसे प्रबंध-द्वारा प्रति सेकंड कई-कई बार बाधा पहुँचाई जाती है। इस बाधा से ही बाहिर के 'सेकंडरी' 'कोएल' में इतनी अधिक शक्ति-शाली बिजली प्रवेश कर जाती है कि यदि किनारे से आने वाले दो तारों को पास-पास लाया जावे, तो खाली मार्ग में से बिजली की बहुत सी चिगारियाँ उड़ेंगी। दूसरे शब्दों में करंट अपने बीच की वायु की 'बाधा' को तोड़ देगी।



## बिजली की अपरिमित सामर्थ्य

‘सेकंडरी’ तार, ‘प्राइमरी’ तारों की अपेक्षा, जितनी ही अधिक बार लिपटे हुए होंगे, उनमें वोल्ट अधिक होगा। यदि मुलायम लोहे के चुम्बकीय ‘कार’ के बीस चक्कर दिये गये हों और इसके चारों ओर ‘सेकंडरी’ के रूप में बीस हजार चक्कर दिये गये हों, तो ‘प्राइमरी’ में जितने भी वोल्ट प्रवेश करेंगे, ‘सेकंडरी’ में आकर वह हजार गुने चमकेंगे। चार वोल्ट की बैटरी से, बिल्कुल ही छोटे और सभ्त कापल-द्वारा, चार हजार वोल्ट की करंट उत्पन्न की जा सकती है।

निस्सन्देह, बिजली की शक्ति और सामर्थ्य, उसके सम्पूर्ण चमत्कार, आश्चर्यजनक और अपरिमित है।

## नवाँ अध्याय



### विद्युत्प्रकाश की कहानी

बड़े-बड़े नगरो और शहरो मे रहनेवालो के विषय में कहा जा सकता है कि वे ज्योतिमय संसार मे रहते हैं।

विद्युत्प्रकाश के आविष्कार की कहानी बड़ी कौतुकपूर्ण है। मनुष्य शक्ति और बिजली के रूप-परिवर्तनो के विषय मे तब भी जानता था, जब वह उसको प्रकाश-रूप मे परिवर्तित नहीं कर सका था। बिजली के लैम्प वाष्प के एंजिनो के बहुत बाद चले हैं और अब भी वह गैस के प्रकाश का मुकाबला नहीं कर पाते।

बिजली के लैम्प अब भी उन्नति के मार्ग पर ही हैं। आजकल की बिजली की बत्तियाँ सन् १८८० के प्राचीन लैम्पो के मुकाबले आठगुणा अधिक चमकीली हैं। सही है, लेकिन बहुत कुछ शेष भी है, जो उन्हे अभी प्राप्त करना है।

केवल 'एलेक्ट्रिक आर्क' ही कृत्रिम प्रकाशों मे, वास्तविक ढंग का एक ऐसा बिजली का लैम्प है, जो तेजी से

प्रकाशो के राजा—सूर्य—की तुलना करता है। इसका आविष्कार उन्नीसवीं शताब्दी के आरम्भ में सर हम्फ्री डेवी ने किया था। यद्यपि अधिक सुविधा के लिये इसके स्थान में कॅच की छोटी-छोटी बत्तियाँ लगाई जाती हैं—जैसी कि हम अपने घरों में इस्तेमाल करते हैं—किन्तु जहाँ कहीं बहुत अधिक शक्ति के प्रकाश की आवश्यकता पड़ती है, इसी से कार्य लिया जाता है। इसकी ज्वाला में इतना अधिक उष्णता होती है कि बड़े-बड़े 'एलेक्ट्रिक आर्को' में बिजली की अंगीठियों का काम भी लिया जाता है।

सर हम्फ्री डेवी को पता चला कि यदि कार्बन के टुकड़ों में स बिजली की शक्तिशाली करंट प्रवाहित की जावे, तो इतनी अधिक उष्णता उत्पन्न होगी कि ठोस कार्बन भी उससे गैस रूप हो जावेगा। यह गैस बिजली के प्रवाहक का काम देता है और यदि कार्बन के इन टुकड़ों को धरे-धारे पृथक् कर दिया जावे, तो करंट इस गैस से भरे हुए मार्ग पर चलती रहेगी, और वह कार्बन के जलते हुए अंशों के कारण उत्पन्न हुए अत्यन्त शक्तिशाली प्रकाश को छोड़ती रहेगी।

१८०० ईसवी की एक बड़ी भारी बंदरों से डेवी ने चार इंच लम्बी आर्क की ज्योति उत्पन्न की। बाद में यह पता चला कि उतने अधिक वोल्ट देने वाली बैटरों का नहीं लेना चाहिए था। इसके लिए कम वोल्टशाली भी

काफी थी। प्रकाश का परिमाण उसका दी हुई कद पर निर्भर है,  
 रात में सड़कों पर चमकनेवाला शक्तिशाली 'आर्क  
 लैम्प'

'आर्क लैम्प' ने इंजीनियरिंग की योग्यता की एक नई आवश्यकता उत्पन्न कर दी। आर्क में लगाने के लिए कार्बन के दंडों से काम लिया जाता था किन्तु वह एक नियत अंतर से अधिक दूरी पर नहीं रखे जा सकते थे; अतः उनसे ठीक-ठीक काम लेने का कोई उपाय सोचना पड़ा। इन दण्डों के जल जाने के कारण इनको लगातार पास लाना पड़ता था। इसके लिए अनेक प्रकार की चुम्बकीय मशीनें तैयार की गईं और अन्त में ऑटोमेटिक फ़ोड—स्वयं दण्डे लेनेवाली—मशीन का प्रचार हुआ। किन्तु कार्बन के दण्डे सदा नहीं चलते। सड़क के लैम्पों को, जो रात-भर जलते हैं कभी-कभी सूर्यास्त के बाद से सूर्योदय तक तीन या चार नए दण्डों की आवश्यकता पड़ती थी। इन लैम्पों में बिजली-द्वारा इस प्रकार का प्रबंध किया गया है कि पुराने दंडों के जल जाने पर नये दंडे स्वयं उनका स्थान ग्रहण कर लेते हैं। मनुष्य को तो इनमें काफी दंडे रख-देने-भर का काम करना होता है। शीशे के बड़े-बड़े बल्ब, जिनको हम सड़कों में बड़े-बड़े ऊँचे इस्पात के खंभों में लगा हुआ देखते हैं, प्रतिदिन प्रातःकाल के समय

सड़क तक नीचे लाये जाते हैं और एक मनुष्य उनमें नये कार्बन के दंडे रख देता है। इसके पश्चात् इन लैम्पों को फिर खम्भों के ऊपर पहुँचा दिया जाता है।

‘एलेक्ट्रिक आर्क’ का प्रकाश नीला होता है। किन्तु यदि इन दंडों के अन्दर के छेद में कुछ विशेष रसायनिक द्रव्य भर दिये जावे, तो इस आर्क की ज्योति का रङ्ग सुनहरा-लाल हो जाता है। यदि काबान के दंडों को वायु-शून्य काँच के बर्तन में बन्द कर दिया जावे, तो फुलिंगा अन्दर की हवा के कुल ऑक्सीजन का जला डालता है, और केवल नाइट्रोजन ही बच जाता है। तब आर्क का ज्योति का रंग अत्यन्त बैजनी रंग का हो जाता है। फोटोग्राफी के काम में भी ऐसे ही आर्क से काम लिया जाता है।

**काचन लैम्प का आविष्कारक अमरीकन एंजीनियर**

हमारे घरों में जलनेवाले बिजली के लैम्प आर्क लैम्पों से सर्वथा भिन्न हैं। उनका अपना इतिहास है। सन् १८४५ में स्टार (Starr) नाम के एक अमरीकन एंजीनियर ने एक ऐसे लैम्प का आविष्कार किया जो कार्बन के एक बहुत उम्दा टुकड़े के अन्दर बिजली को करेट पहुँचाने से प्रकाश देता था। वास्तव में यह कार्बन ही बिजली की करेट से इतना उष्ण हो जाता था कि चमकने लगता था। हम जानते हैं कि सभी पदार्थ बिजली की करेट के मार्ग में थोड़ी-बहुत बाधा डालते हैं। पदार्थ जितना हो पतला

और छोटा होता है, बाधा भी उतनी ही बड़ी होती है। उन्नीसवीं शताब्दी के उत्तरार्द्ध में एडीसन (Edison) और स्वान (Swan) नाम के दो वैज्ञानिक स्वतन्त्र-रूप से बिना एक दूसरे के विषय में जाने हुए कार्बन का ऐसा तार उत्पन्न करने के उद्योग में लगे हुए थे जो अपने अन्दर बिजली की करंट पहुँचाई जाने पर खूब चमके और उसमें उष्णता भी उत्पन्न हो जावे। इन बहुत बारीक कार्बन के तारों को फिलामेंट (Filament) अथवा नस कहा गया। पहले एडीसन ने अपने तार को जले हुए अथवा कार्बन लिए हुए बाँस (Carbonised bamboo) की छोटी-छोटी धज़ियों से बनाया। जब कि स्वान ने रासायनिक-रूप से तैयार किए हुए एक रुई के तागे से काम लिया।

इस प्रकार बने हुए लैम्प कार्बन के तार के लैम्प (Carbon filament Lamps) कहलाए। यह सन् १८८० से १९०० तक चलते रहे। रुई के धागे अथवा बाँस की छिपटियाँ एक छोटी-सी काँच की बत्ती में रक्खी जाती थीं, और एक जले हुए तार (Charred wire) को घुमाई जाती थी, तो वह करंट के कारण उतनी अधिक उष्णता हो जाती थी कि बढ़िया श्वेत प्रकाश से चमकने लगती थी। वह इतनी सफल सिद्ध हुई कि उन से बहुत काम लिया जाने लगा और बिजली के प्रकाश का युग अस्तव में आरम्भ हो गया।

## अपनी चमक से संसार को आश्चर्य चकित करनेवाले लैम्प

बिजली की कीमत इतनी अधिक थी कि अपने घर में बिजली का प्रकाश कराना एक आमोद-प्रमोद का विषय समझा जाता था। एक स्विच को छूकर ही कमरे को प्रकाश से भर देना वास्तव में हृदय ग्राही था। दियासलाई, गैस और तेल के लैम्पो की गन्ध सब भूतकाल की वस्तुएँ हो गईं और बिजली को नया आसन दिया गया। उस समय बिजली की ट्राम और बिजली की गण्डिया के विषय में तो किसी ने सोचा भी न था। इस समय तक बिजली की अँगोठी के मूल का पता नहीं था, और न किसी को बिजली के स्टोव (Stoves) और उष्णता देने के अन्य यन्त्रों का ध्यान था। एडिसन और स्वान के कार्बन के लैम्पो ने ही बिजली के लिए बड़ी भारी माँग पैदा कर दी। उन से ही उन सहस्रो उपायों को सोचने का अवसर मिला, जिन में आजकल हम बिजली का उपयोग कर रहे हैं।

सन् १८०६ में जर्मन वैज्ञानिक नर्नेस्ट (Nurnest) ने आश्चर्यजनक चमकवाले नए लैम्प का आविष्कार किया। बहुत से व्यक्तियों के लिए यह अत्यन्त उल्लेखनीय पैदा करनेवाला था, किन्तु इसी ने उन उत्तम लैम्पो को मार्ग दिखलाया, जिन से हम आज काम ले रहे हैं। यह

लेम्प एडिसन और स्वान के प्राचीन लैम्पो की अपेक्षा आठवें भाग मूल्य में ही बड़ा चमकदार प्रकाश देते हैं। अत्यन्त चमकीले गैस के प्रकाश को हम सभी जानते हैं। यह सफेद प्रकाश एक गैस के जलानेवाले (Gas burner) के अन्दर एक लबादे (Mantle) को राकने से उत्पन्न किया जाता है, यह लबादा कुछ रासायनिक मिश्रणों से बनाया जाता है, जो गैस के फुलिंगे (Flame) में रखे जाने से उष्णता में सफेद हो जाता है। नर्स्ट का बिजली का प्रकाश उस चमकदार गैस के लबादे के समान था, जिस को एक करेट ले जानेवाली छोटी-सी छड़ी में नियत किया गया था। जिस से वह उष्णता से इतना सफेद हो जाता था कि बसा अब तक कभी देखने में नहीं आया था।

इस बीच में रासायनिक लोग भी बराबर काम में लगे रहे, और यह पता लग गया कि टंग्स्टन (Tungsten) नाम की एक धातु अत्यन्त उष्णता का मुकाबला कर सकेगी और अत्यन्त श्वेत प्रकाश देगी। सन् १९०६ में प्रसिद्ध जेनरल एलेक्ट्रिक कम्पनी (General Electric Company) ने अपनी अभ्यास की प्रयोगशाला (Experimental Laboratory) में शेनेकटैडी (Schenectady) नामक स्थान में टंग्स्टन का एक तार बनाया। जब उसको कॉच की छोटी-सी बत्ती (Bulb) में बन्द करके उसमें बिजली की करेट पहुँचाई गई, तो तार ने



न-केवल अधिक शुद्ध प्रकाश ही दिया, वरन् बिजली के उतने ही परिमाण में बहुत अधिक प्रकाश दिया।

इस महत्वपूर्ण आविष्कार ने न-केवल बिजली के प्रकाश में ही कान्ति नहीं मचा दी, वरन् सम्पूर्ण बिजली में कान्ति उत्पन्न कर दी। क्योंकि अब प्रकाश इतना सस्ता हो गया कि बिजली को पहले से ही बहुत माँग होने लगी थी।

टंग्स्टन लैम्पो की सफलता और उनका महत्व इस कारण अधिक था कि वह पुराने कार्बन के लैम्पो की अपेक्षा उतनी ही बिजली में चौगुना प्रकाश देते थे। इस का यह अभिप्राय था कि भविष्य में बिजली के प्रकाश पर पहले की अपेक्षा चौथाई लागत लगा करेगी।

घर के प्रकाशित करने के लिए एक छोटी बत्ती का बनाना वैज्ञानिक काम है, और इसमें बड़ी भारी बुद्धिमानी की आवश्यकता है। इनके बनाने से सैकड़ों प्रयोग करने पड़े, जिन में बहुत-सा धन खर्च हुआ। टंग्स्टन के सूत, जो बिजली आने पर श्वेत प्रकाश देते हैं, वर्षों के अध्यवसाय और परिश्रम का फल है।

सब से प्रथम वोल्फ्रैमाइट ( Wolframite ) नाम की एक खान से खोदी हुई कच्ची धातु को मिल में कुचला जाता है। फिर इसमें सोडा ऐश ( Soda Ash ) मिलाकर इसको भट्टी में भूना जाता है। अनेक रासायनिक

क्रियाएँ करने के पश्चात् यह ओक्साइड ऑफ टंगस्टेन ( Oxide of Tungsten ) नाम का पीला चूर्ण ( Powder ) बनता है। इस ओक्साइड को फिर उबलते हुए पानी से भी दस गुनी अर्च के तापमान में दूसरी भट्टी में भूना जाता है, और इसके पश्चात् हाईड्रोजेन गैस की सहायता से यह फिर चूर्ण के ही रूप में टंगस्टन धातु बन जाता है।

अब इस पाउडर को थोड़ा-थोड़ा करके तोला जाता है और फिर उसको हाइड्रोलिक प्रेस ( Hydraulic Press ) अथवा पानी के दाबने के यन्त्र में दबाकर छोटे-छोटे टुकड़े बनाये जाते हैं। यह टुकड़े एक फाउन्टेनपेन के जितने बड़े होते हैं। इनको बहुत अधिक उष्णता पहुँचाई जाती है और इनको लगातार चलने वाले हथौडों से पीटा जाता है। इस पीटने का उद्देश्य टंगस्टेन के छोटे-छोटे टुकड़ों को पीट-पीट कर लम्बे बनाना है, जिससे यह पदार्थ लचकीला हो जाता है।

**छोटा सा बल्ब जिस पर बड़ा भारी धन खर्च किया गया है**

उन गर्माये हुये टुकड़ों को हीरे के एक छेद में से निकाला जाता है, जिसमें से खिचकर यह एक खूब बारीक सूत जैसा तार बन जाते हैं। इस काले सूत के एक लम्बे टुकड़े को काँच की बत्ती ( बल्ब ) में बन्द किया जाता है

और इसके पश्चात् उस बत्ती में से हवा को निकालने का अन्तिम और महत्वपूर्ण कार्य किया जाता है।

बिजली का प्रत्येक बल्ब एक छोटा-सा शून्याकाश ( वैक्यूम ) का कमरा है, जिसके अन्दर हवा का एक करोड़वाँ भाग कठिनता से होता है। वर्तमान बत्तियों में उच्च-कोटि का वैक्यूम ( शून्याकाश ) फास्फोरस ( Phosphorus ) के एक छोटे टुकड़े की सहायता से किया जाता है। फास्फोरस बल्ब के अन्दर बचे हुये हवा के छोटे से अंशों को भी साफ कर देता है।

इस प्रकार हमारे घरों में जलने वाली बिजली की बत्तियों पर इतने कारखानों में इतने अधिक मनुष्य परिश्रम करते हैं और उनके अन्दर इतनी अधिक रासायनिक क्रियाएँ की जाती हैं कि हम कल्पना भी नहीं कर सकते।

## नगर को इन्द्रधनु के समान प्रकाशित करने वाला जादू

गत वर्षों में बिजली के प्रकाश में एक और बड़ी उन्नति हुई है। बल्बों के अन्दर एक प्रकार के गैसों के बहुत थोड़े से अंश को डाला गया है, जिससे वह पहले की अपेक्षा भी दुगुना प्रकाश देते हैं। इन बल्बों को हॉफवाट लैम्प ( Half watt Lamps ) कहते हैं। इनमें आर्गन ( Argon ) और नाइट्रोजन ( Nitrogen ) गैसों को डाला

जाता है। यह जड़ गैस कहलाते हैं। क्योंकि यह इतने सुस्त और एकान्त पसन्द हाते हैं कि किसी वस्तु के साथ नहीं मिल सकते। अतएव यह कोई हानि नहीं पहुँचा सकते। इनका नाम हॉफवाट इस कारण रखा गया है कि इनमे प्रकाश की प्रत्येक कैंडिल-पावर के वास्ते आधीवाट बिजली ही खर्च की जाती है।

आज हॉफवाट लैम्पो से बड़े भारी परिमाण मे काम लिया जाता है। उन्होंने प्रकाश को इतना सस्ता बना दिया है कि उससे बहुत अधिक काम लिया जाने लगा है। बड़े-बड़े बाजारों की बड़ी-बड़ी दूकानों में सब कहीं यही लेम्प जगमग-जगमग करते रहते हैं। इसका उत्तम प्रकाश अनेक घरों को प्रकाशित करता है, इसका प्रभाव नेत्र की दृष्टि पर क्या होता है, यह अभी भावी सन्तति ही बतला सकेगी।

बिजली के प्रकाश का प्रबन्ध अत्यन्त सुगमता से होने के कारण इसका भी अनेक प्रकार से उपयोग किया जाने लगा है। सबसे अधिक इससे विज्ञापनों और साइन-बोर्डों में काम लिया जाता है। दिल्ली के चौदनी चौक में एक कोने से दूसरे कोने तक अनेक प्रकार के विज्ञापनों पर बिजली के अनेक रंग और अनेक प्रकार मिलते हैं। सिनेमाघरों में तो बिजली द्वारा विज्ञापन करने के नित्य नये-नये नमूने निकाले जाते हैं। रायसीना भी रात्रि के समय इन्द्रभवन को लज्जित करता है। फिर भला सब

प्रकार के विज्ञान की खान लण्डन के बाजारों के अलौकिक प्रकाश की सुन्दरता का तो कौन वर्णन कर सकता है। यह लैम्प आटोमैटिक स्विचा (स्वयं खुलने और बन्द होने वाले स्विचों) की सहायता से बड़ी शीघ्रता से स्वयं ही जल जाते हैं और स्वयं ही बुझ जाते हैं। इनको ठीक ढङ्ग में जलाने से एकदम जादू जैसा जान पड़ता है। जिस प्रकार तेजी से चलती हुई मोटर-कार, एक क्षण तक अंधेरी रहती है और दूसरे ही क्षण कार ज्योतिर्मय दिखलाई देती है। एक क्षण फिर अंधेरा रह कर कार एक कल्पित सड़क पर दौड़ती हुई दिखलाई देती है, फिर अंधेरा हो जाता है और इसी प्रकार दिखलाई देता रहता है। इन वस्तुओं में गति बिल्कुल ही नहीं होती। यह केवल प्रकाश के आने और जाने की माया (illusion) होती है।

### समुद्र में दस लाख कैडिल का प्रकाश

फोटोग्राफर ने भी रात का दिन बना लिया है और हॉफवाट लैम्प उसकी चित्रशाला (स्टुडियो) को इतना अधिक प्रकाशित किये हुए है कि वह अब दिन के प्रकाश की अपेक्षा भी बहुत कम समय में चित्र ले सकता है।

जब हमको बहुत अधिक शक्ति के प्रकाश की आवश्यकता होती है, तो हमको बिजली के आर्क (Arc) की ओर घूमना पड़ता है। कार्बन के डंडों में काम करने वाले

उस चौधिया देने वाले छोटे से फुलिंगे में दस लाख कैंडिल का प्रकाश उत्पन्न किया जा सकता है। प्रकाश के पीछे विशेष प्रतिबिम्बक ( Reflectors ) रखे जाते हैं। वह अधिकार के अन्दर से इतनी शक्ति-शाली किरणों को निकालते हैं कि वह मीलों तक जाती है। यह भीमकाय जगी जहाज ( Battleship ) का अन्वेषक प्रकाश अथवा उसकी सर्च-लाइट ( Search light ) कदलाती है। यह समुद्र को प्रकाश की किरणों में इतना अधिक भर देती है कि उसमें कुछ भी नहीं छिप सकता।

आज जैसी लैम्प हमारे यहाँ भी गाँव-गाँव में पहुँच गये हैं। उसके लैम्प की प्रत्येक ज्योति ( Flash ) बोल्ट-फ्राम की कच्ची धातु का छोटे-छोटे सूतों में परिणित करने की लम्बी प्रक्रियाओं का स्मरण कराती है। बिजली की अत्यधिक उन्नति वाले इन फ्लैश लैम्पों से अधिक अच्छा सम्भवतः कोई उदाहरण नहीं है। इस छोटी सी बैटरी का आविष्कार वाल्टा ने किया था, जिसमें अब धातु के सूत का एक छोटा लैम्प लगा दिया गया है। यह छोटा सा लैम्प एक मटर जितने छोटे से गोले के अन्दर डला रहता है, जिसके अन्दर से एक कगोड़वे भाग के अतिरिक्त सभी हवा सावधानी से खेचली जाती है।

## दसवाँ अध्याय



### बिजली की भट्टी

सबसे बड़ी उष्णता, जिस को मनुष्य उत्पन्न कर सकता है, बिजली की भट्टी है। आज संसार में एक सहस्र से भी अधिक बिजली की भट्टियाँ (Furnaces) हैं जो इस्पात बना रही हैं। वह प्रतिदिन कच्चे लोहे से प्रतिदिन ५० लाख टन इस्पात बना लेती हैं। बिजली के द्वारा जो बड़ी से बड़ी उष्णता मिल सकती है, उस से बहुत से उद्योग धन्धों (Industries) में काम लिया गया है। नकली हीरे बनाने के रुचिपूर्ण कार्यों तक में उसमें काम लिया जाता है।

किसान लोग भी अपनी फसल के लिए खाद (Fertiliser) के लिए भट्टी की ही ओर नज़र गड़ाये हैं। क्योंकि नाइट्रोजेन के स्वाभाविक मिश्रण अब इतने नहीं मिल सकते हैं कि कृषि को नित्य बढ़ती हुई माँग को पूरा कर सकें। और हवा में से नाइट्रोजेन अनन्त परिमाण में निकाला जा सकता है।

इस प्रकार सर हम्फ्री डेवी के आर्क लैम्प से, जो इतने वर्षों से प्रकाश के साधन रूप में काम दे रहा है, व्यापार की बड़ी भारी भट्टी बनाई गई है। यह लैम्प करोड़ों और अरबों कैंडिल पावर का होता है। इसके फुलिंगे प्रकृति के स्वाभाविक बन्धनों को भी तोड़ डालते हैं।

यदि हम उष्ण जल में अपनी अंगुली डालते हैं, तो हमको कष्ट होने लगता है और हमको पता लगता है कि उष्णता क्या होती है। हम न्यूनाधिक यह भी जानते हैं कि उबलते हुए पानी की उष्णता कैसी होती है। वह सेटि-ग्रेडो के परिमाण में एक सौ डिग्री का तापमान होता है। किन्तु बिजली की भट्टी की उष्णता की तो कल्पना भी नहीं की जा सकती। उसमें ४००० डिग्री की उष्णता होती है।

कोयले के गैस के फुलिंगे का तापमान, जिससे एक चमकदार गैस के मैन्टिल का प्रकाशित करने का काम लिया जाता है, लगभग १५०० डिग्री होता है। बिजली का आर्क उससे भी तिगुना उष्ण होता है। उसकी उष्णता से रसायन शास्त्रियों ने ऐसे-ऐसे पदार्थों को गला दिया, जो पहिले कभी नहीं गलाये जा सके थे। उन्होंने उससे बहुत से रसायन सम्बन्धी (Chemical) परिणाम निकाले हैं।

### वर्तमान रस-सिद्ध

जिस प्रकार प्राचीन काल के कीमियागर (Alchemist) रसायन-विद्या-द्वारा लोहे अथवा ताँबे का सोना



बनाने का उद्योग किया करते थे, उसी प्रकार बहुत वर्षों से बिजली की भट्टी-द्वारा मिली हुई नई शक्ति से नये प्रकार का कीमियागर हीरे बनाने के उद्योग में लगा हुआ है। निश्चय से ही नये कीमियागर का बहुत अधिक सफलता मिली है। वह बिल्कुल वैसे ही मौलिक और असली हीरे बनाने लगा है, मानो आज ही खान से खुदकर आये हो। किन्तु वह बहुत छोटे है, और अनेक उद्योग करने पर भी नकली हीरे धूल के एक वर्ण से अधिक बड़े नहीं बनाये जा सके।

हीर कार्बन के पारदर्शक नियमित रूपों ( Crystals of Carbon ) के अतिरिक्त और कुछ नहीं है। यदि रसायन शास्त्री ( Chemist ) किसी पदार्थ के क्रिस्टल (पारदर्शक नियमित रूप) बनाना चाहता है, तो वह उस पदार्थ को पानी अथवा किसी अन्य तरल पदार्थ में घोल देता है, और फिर उस घाल के जलीय अंश को वाष्प बना कर उड़ाता है। ज्यों-ज्यों पानी की वाष्प बनती जाती है, उस पदार्थ के छोटे-छोटे क्रिस्टल बर्तन के किनारों पर दिखलाई देने आरम्भ हो जाते हैं।

नकली हीरा भी बहुत कुछ इसी प्रकार से बनाया जाता है। फ्रांसीसी रसायन शास्त्री मोइसन ( Moissan ) इस बात को जानता था कि कार्बन पिघले हुए लोहे में घुल जावेगा। और यदि पिघले हुए लोहे को बिजली की भट्टी

द्वारा बहुत उष्ण किया जावे तो लोहे में घुले हुए कार्बन का परिमाण बहुत अधिक हो जावेगा।

कार्बन वाले पिघले हुए लोहे का तापमान ४००० डिग्री ( अंश ) तक पहुँचने पर मोइसन अपने गलाने के बर्तन ( Crucible ) को ठण्डे पानी में डाल देता था। इस प्रकार एक दम ठंडा हो जाने से लोहे की तह बाहिर को जम जाती थी, जिसके अन्दर अब तक का पिघला हुआ लोहा भी ठोस हो जाता था।

### काबन का हीरा बनाने की चेष्टा

ठोस हो जाने पर पिघला हुआ लोहा सामान्य ढङ्ग पर फैल जावेगा। कल्पना करो कि पिघला हुआ लोहा लोहे की व हिरी दीवार के अन्दर कैद है। हम समझ सकते हैं कि दबाव कितना अधिक उत्पन्न किया गया था—उसी दबाव ने कार्बन के क्रिस्टल बनाये, जिनसे कि छोटो-छोटे हीरे बननेवाले थे। यह क्रिस्टल ठीक वैसे ही थे जैसे नमक और पानी के घोल के सुखने पर नमक के क्रिस्टल दिखाई देते हैं।

मोइसन ने अपने गलाने के बर्तन में से धातु का ठोस ढेर निकाल लिया, लोहे का घोल दिया। उसको उस धातु के एक डले ( Ingot ) में ही पन्द्रह हीरे मिले। प्रकृति का सब से दुर्लभ रत्न प्रयागशाला में बना लिया गया।

तब से लगाकर अब तक बराबर मनुष्य काले और

बेकार कार्बन से और हीरे बनाने का उद्योग कर रहा है। किन्तु नकली जवाहिर फिर न बना। सिवाय छोटे-छोटे कण बनने के बड़ा हीरा बनाने के सब प्रयत्न निष्फल गये।

बिजली की भट्टी बिजली के बड़े भारी परिमाण को खा जाती है। किन्तु अपने सादेपन और कार्य कराने की सुगमता के कारण अनेक बातों में इसका स्थान मामूली भट्टी से बहुत ऊँचा है। ठण्डे लोहे के डलें अथवा लोहे की कतरन से इम्पान बनाने के लिये प्रत्येक टन के वास्ते एक घण्टे में एक सहस्र किलोवाट (Kilowatt) की आवश्यकता पड़ती है। इसका अभिप्राय यह है कि एक घन्टे में दस लाख वाट बिजली खर्च हो जाती है। क्योंकि एक सहस्र वाट का एक किलोवाट होता है।

**सबसे अधिक उष्णता पानी से बनती है**

जिन स्थानों में पानी की शक्ति बहुत अधिक होती है, वहाँ के लिये करंट के इतने भारी परिमाण का मिलना बहुत कठिन नहीं है। क्योंकि इस कार्य के लिए काफी शक्ति को बिजली का रूप देने के वास्ते डाइनैमो के काफी बड़ा होने की आवश्यकता है।

किन्तु यह सोचना बेढङ्गा होगा कि जल की शक्ति से, जो अग्नि को एक दम बुझा देती है, वास्तव में ही मनुष्य के ज्ञान की सबसे बड़ी उष्णता को उत्पन्न करने में काम लिया जाता है।-

इन भयङ्कर भट्टियों में जो कोयले और कच्चे लोहे से ठसाठस भरी होती है, सहस्रो डिग्री की अग्नि निकलती है। यह ऐसी उष्णता को उत्पन्न करती है, जिसके विषय में हम कल्पना भी नहीं कर सकते। और जो ऐसे तत्वों को भी छिटका देती है, जो पृथ्वी पर करोड़ों वर्षों से ठोस रूप में पड़े हुए हैं। आक्सीजन ( कार्बोनिक आक्साइड ) वृक्षों और खेतों को खूराक देने के लिए पीछे को चला जाता है। लोहा उष्णता से लाल होकर एक ओर को वह निकलता है, जिससे आजकल के व्यस्त संसार के जहाज, इंजन और मशीनें बनाई जाती हैं।

यह बड़ी भारी भट्टी प्रतिदिन १८० टन इस्पात बना सकती है। इस बिजली की भट्टी से केवल इस्पात ही बनाया जाता है। दूसरा बड़ा व्यापार कैल्शियम कारबाइड ( Calcium Carbide ) बनाने का है। यह एक भूरा पदार्थ है। इसको पानी में भिगोने से इसमें से ऐसेटीलीन गैस ( Acetylene gas ) निकलता है। यह गैस अपनी बड़ी भारी उष्णता के कारण, ऑक्साजन के साथ मिलकर बड़े परिमाण में ऐसेटीलीन को पीट-पीटकर मिलाने का काम देता है।

यद्यपि इस महत्वपूर्ण पदार्थ को पहिली-पइल सन् १८६२ में एक जर्मन केमिस्ट ( रसायन शास्त्री ) वुहलर ( Wohler ) ने बनाया था, किन्तु बिजली की भट्टी के

दिनो तक इसको उपयोगी होने योग्य परिमाण में नहीं बनाया जा सका। सन् १८२२ ई० मोइसन और विलसन नाम के एक कनाडा निवासी ने इसका साथ-साथ आविष्कार किया था। चूने और कार्बन को एक साथ मिलाकर भट्टी में पकाने से कैल्शियम कारबाइड (Calcium Carbide) बनता है। इसके साथ मोनोक्साइड आफ कार्बन (Monoxide of Carbon) नामका गैस भी बनता है, जो सुगमता से बच जाता है।

**भावी संतति को प्राप्त होनेवाली असंख्य सम्पत्ति**  
कैल्शियम कारबाइड इसलिये विशेष महत्वपूर्ण होता है कि यह स्यानामाइड (Cyanamide) के बनाने में आधे पदार्थ (halfway substance) का काम देता है। स्यानामाइड से ही किसानों को अधिक परिमाण में खाद मिलता है। नॉर्वे के ओडे (Odde) नामक स्थान में प्रति वर्ष एक लाख टन कैल्शियम कारबाइड बनता है। इसके लिये आवश्यक बिजली बनाने के लिये पास के झरने से पचाम हजार हार्स पावर की बिजली ली जाती है।

अब हम उस ढङ्ग पर आते हैं, जो बिजली की भट्टी पर निर्भर है, ओर जिस से भावी संतति को असंख्य सम्पत्ति मिलेगी। यह ढङ्ग हवा में से बहुत सा नाइट्रोजन निकालने का है।

प्रत्येक जीवित पौदे को, अनाज के प्रत्येक बाल को,

घास के प्रत्येक डण्डल और मवेशियों को खिलाने की प्रत्येक हरियाली को नाइट्रोजेन की आवश्यकता है। संसार को आज उस से भी अधिक नाइट्रोजेन की आवश्यकता है, जितना कि उसके पास है। कल के संसार को तो और भी लाखों टन की आवश्यकता पड़ेगी। बिना बिजली की भट्टी के हम बहुत शां्र भूखे मरने लगेंगे। अतः सर हम्फ्री डेवी का महत्वपूर्ण आविष्कार हमारा मभ्यता का अनिवार्य भाग हो गया है।

नाइट्रोजेन इस समय वायुण्डल में से विशेषरूप से नार्वे में ही अधिक निकाला जाता है। क्योंकि उस देश के उदार भरने निःसीम सस्ती बिजली की शक्ति देते हैं।

### आर्क की ज्योति की भयंकर उष्णता

आर्क के फुलिंगो की अत्यधिक उष्णता में वायु के ऑक्सीजन और नाइट्रोजेन वह काम करते हैं, जो साधारण परिस्थिति में कभी न हाता। वह रासायनिक रूप से मिलकर नाइट्रिक ऑक्साइड (Nitric Oxide) नाम का गैस बन जाते हैं। रासायनिक इस गैस से ऐसे-ऐसे काम कर लेते हैं, जिनको वह अकेले नाइट्रोजेन से कभी नहीं कर सकते थे। चूने में इस गैस को मिला देने से चूना नाइट्रेट आफ लाइम (Nitrate of lime) हो जाता है। कृषि-कार्यों के लिये इसी पदार्थ को बनाकर बेचा जाता है।

शक्तिशाली ऐलेक्ट्रोड ( Electrodes ) में आर्क के फुलिंगे ( Arc flames ) बनाये जाते हैं। बिजली के मगनेट-द्वारा फुलिंगो को धक्का दिया जाता है, जिसमें भट्टी के दीवारों के अन्दर भयंकर उष्णता के फुलिंगो की बड़ी लम्बी शृङ्खला उत्पन्न हो जाती है। आँखों को अन्धा करनेवाले इस फुलिंगे का बिजली का सूर्य ( Electric Sun ) कहते हैं। मनुष्य-द्वारा बनाई हुई वस्तुओं में यह वस्तु वास्तविक सूर्य से सब से अधिक मिलती-जुलती है। इस फुलिंगेवाले सूर्य द्वारा हवा को हँकाया जाता है, जिससे नाइट्रिक ऑक्साइड ( Nitric Oxide ) बनता है, जो चूने के पानी (Milk of lime) से भरी हुई बुर्जियों के अन्दर से उस स्थान से जाता है, जहाँ नावो का शोरा ( Saltpetre ) बनाया जाता है।

बिजली की भट्टी का उपयोग यही समाप्त नहीं हो जाता। छोटे से रूप में यह गड़-गड़कर पीटने के काम भी आती है। लोहे के चक्र को चलानेवाले लड़कों और लड़के इस बात को अच्छी तरह जानते हैं कि जोड़ पर किसी-किसी समय चक्र किस प्रकार टूट जाता है। लुहार के पास इसको ले जाने पर वह उस चक्र के टूटे हुए किनारों को यहाँ तक गरम करता है कि वह उष्णता से गरमा जाते हैं, फिर वह उनको बराबर हथौड़े की चोट देता है। तब वह ठोक जुड़ता है।

## आर्क के फुलिंगों में काम करनेवाला कारीगर

आँखों को बर्यों ढके रहता है

लोहे के बड़े-बड़े टुकड़ों और इस्पात को गरम करके हथौड़े से पीटना बड़ा कठिन कार्य है। किन्तु बिजली की करंट की सहायता से यह कार्य पूरा हो जाता है। यहाँ फिर आर्क के उष्ण फुलिंगे बिजली के मैग्नेट के साथ मिलकर कार्य करते हैं।

मैग्नेट का प्रभाव फुलिंगों पर यत पड़ता है कि वह उनका बाहिर फेकता है अथवा उसको मोड़ देता है। कार्बन के दो बड़े-बड़े डण्डे एकदूसरे से समकोण पर उसके ऊपर चढ़ाये जाते हैं, और मैग्नेटिक शक्ति-द्वारा उनके अन्दर धातु के भागों के ऊपर आर्क के फुलिंगे फेंके जाते हैं, जो गरम-गरमावर एक साथ पीटे जाते हैं। धातु के एक पतल डण्डे को आर्क के फुलिंगों में गरम-करके पीटने से उमकी चाहे जितनी मोटाई की जा सकती है। इसमें यह गल जाते हैं और धातु के हिस्सों के साथ मिलकर एक प्रकार के सरस के समान काम करते हैं।

इस प्रकार के भारी फुलिंगों से बड़ी मयकर चौध लगती है। उसमें काम करने वाले ऑपरेटर (Operator) को अपनी दोनों आँखों और माँस पर अंधेरे काँच का पर्दा रखना पड़ता है, अन्यथा उस प्रकाश से आने वाली किरणें उसको हानि पहुँचावेगी।



इस तरीके से इस्पात के बेलन ( मिलेन्डर ) बनाने, रेलों के जोड़ों को गटने और बहुत से ऐसे कार्यों में काम लिया जाता है, जो एक इञ्जीनियरी की साधारण मरम्मत की दूकान पर किये जाते हैं।

यह इन पुस्तक में दूसरे स्थान पर दिखलाया जा चुका है कि बिजली की करेन्ट धातुओं को किस प्रकार लाल बना देती है। कुछ धातु करेन्ट में बहुत बाधा ( Resistance ) उपस्थित करते हैं, जिससे वह बहुत उष्ण हो जाते हैं। इस घटना का गटने के कुछ कार्यों में उपयोग किया जाता है। धातु की दो छड़ों को एक किनारे से दूसरे किनारे तक एक साथ दाबकर उनमें करेन्ट छोड़ी जाती है। जब धातु कार्पा उष्ण हो जाती है तो दोनों छड़ एक साथ कूड़ कर एक टुकड़ा हो जाती है। एक इञ्च व्यास वाली दो लोहे की छड़ों को जोड़ने के लिए एक मिनट में बाईस हॉर्स-पावर की बिजली की आवश्यकता पड़ती है।

### बिजली की छोटी सी भट्टी के अनेक उपयोग

गत वर्षों में बिजली के द्वारा गरम कर करके छेतने के काम का उपयोग इस्पात की चादरों को जोड़ने में किया गया है। जहाजइन्ही चादरों के बनते हैं। इस कार्य से इनमें सेखे लगानी नहीं पड़ती।

बद्योग-धन्दों में बहुत-सी छोटी-छोटी भट्टियों से काम लिया जाता है। यह केवल एक रासायनिक वर्तन के रखने

योग्य ही बड़ी होती है। यह उष्णता से लाल होजाने वाले बाधा के तारों से, जिनमें करेट चलाई जाती है, गरम किये जाते हैं। बहुत से वर्तमान कारखानों में छोटी भट्टियों से औजारों को सख्त करने का काम भी लिया जाता है। करेट के द्वारा उत्पन्न की हुई उष्णता से कुछ क्षारों (Salts) को जलाकर अथवा तरल बनाकर उनमें औजारों में डोबा देकर थोड़ा स्नान कराया जाता है। इससे वह सख्त होजाते हैं।

बिजली के आर्क-भट्टों का एक बड़ा भारी उपयोगी कार्य यह है कि वह केवल किसी पदार्थ को गलाती ही नहीं, वरन् उसको अन्य मिश्रणों से पृथक् करके शुद्ध कर देती हैं। ऐल्यूमीनियम (Aluminium) भी इसी प्रकार बनाया जाता है। इतनी अधिक आश्चर्यजनक हल्की इस चोदी के समान सफेद धातु को बाक्साइट (Bauxite) नामकी एक धातु को एक आर्क के फुलिंगे की उष्णता से जलते हुये रासायनिक वर्तन में जलाकर बनाया जाता है। बाक्साइट से जिस समय ऐल्यूमीनियम पृथक् होता है, ता भट्टी की तली में आजाता है और वहाँ से वह निकलता है।

अतएव बिजली केवल कच्ची धातु को गलाती ही नहीं, वरन् वह उसमें से धातु को वैज्ञानिकों की अब तक की जानकारी के सबसे अधिक शुद्ध रूप में एकत्रित करती है।

## ग्यारहवाँ अध्याय



### ( बिजली के आश्चर्य )

यह कहा जा सकता है कि वर्तमान सभ्यता का निर्माण केवल निर्देशक पत्थर ( Lodestone ) और अम्बर पर हुआ है। इनमें से एक तो पृथ्वी के अन्दर से पाई हुई कच्ची खनिज वस्तु है और दूसरा एक वृक्ष से किसी समय निकाला हुआ गोद है।

अलाउद्दीन जब अपने जादू के दीपक को रगड़ता था, तो वह एक देव को बुला लेता था, किन्तु जब थेल्स ( Thales ) अम्बर के एक टुकड़े को रगड़ता था, तो वह देव से भी महत्वपूर्ण एक वस्तु को बुला लेता था। वह ऐसे देव को बुलाता था, जिसका शिर तारों में है। निर्देशक पत्थर में से काटकर बनाया हुआ छोटा-सा घूमता हुआ आकार, जो चीनी कारवानों को तातार के ऊपर मैदानों में से पार ले गया था, मनुष्य को जंगलीपन की उस मरुभूमि से पार ले जाकर सभ्यता के चहलपहल वाले और चमकदार नगरों में लेजानेवाला था।

निर्देशक पत्थर और अम्बर उन दैवी शक्तियों के एक मात्र आरम्भिक सकेत थे, जो मनुष्य के उपयोग के लिए तैयार थीं। उनकी वृद्धि और विकास की कहानी थेल्स से क्लर्क मैक्सवेल ( Clerk Maxwell ) तक, गिल्बर्ट से ओएस्टेड ( Oersted ) और फैराडे ( Faraday ) तक, प्रैकलिन से मार्कोनी ( Marconi ) और हर्ट्ज़ ( Hertz ) तक, वान ग्रेरिक की गंधक की गेदों से आजकल की गरजती हुई बिजली की भट्टियों और जलते हुए बिजली के प्रकाश तक, विज्ञान का अत्यन्त आश्चर्यजनक अध्याय है।

सबसे अधिक आश्चर्य की बात सम्भवतः यह है कि कुछ दिखावटी छोटे-छोटे आविष्कारों का परिणाम क्षणिक था। एक खूंटो से लटके हुए मृतक मेढक की टाँग का कूटना बड़ी छोटी बात जान पड़ती है, किन्तु उसी घटना से दस सहस्र हॉर्स पावर की वर्तमान बैटरी का आविष्कार हुआ है। जब हैन्स क्रिस्चियन ओएस्टेड ( Hans Christian Oersted ) ने देखा कि बिजली की करेट के पास लाने पर मैग्नेटिक सुई चलती थी, तो यह भी बड़ी छोटी-सी बात जान पड़ती थी, किन्तु उसीका परिणाम डाइनैमो है, जो हमारे समस्त नगरों को प्रकाशित करने वाले शक्तिशाली एंजिन की शक्ति है।

पिछले अध्यायों में इसकी आश्चर्यजनक कहानी और आश्चर्यजनक कार्यका थोड़ा-सा वर्णन किया गया है। हमने

देखा है कि बिजली केवल सब वस्तुओं में की शक्ति का प्रगट रूप है। हमने यह भी देखा है कि यह उन तरीकों में से एक है, जिनसे आश्चर्यजनक और रहस्य-पूर्ण पदार्थ—ईथर ( Ether ) के आस्तित्व का पता चलता है।

यह ईथर सारे आकाश में भरा हुआ है। यह पुद्गल का सार है। यह हमको प्रकाश और उष्णता देता है। इसके आकारों में से एक आकार बिजली है। जादूगर के समान यह रूप बदल लेती है और बारो-बारी से प्रकाश, उष्णता, बिजली, रासायनिक-शक्ति और यंत्रीय शक्ति बन जाती है। हमने इसके रूप परिवर्तन का शासन करना सीख लिया है, जिससे हम एम भरने की शक्ति से प्रकाश बना सकते हैं और एक्ज्यूमूलेटर की यंत्रीय शक्ति से पिस्टन ( Pistons ) को चला और पहियों को घुमा सकते हैं। हमको ज्ञाशा है कि किसी समय हम पुद्गल के समान इसका रूप-परिवर्तन करके इसको कोई गाड़ी चलाने का रूप दे सकेंगे, क्योंकि हम रेडियम तथा रेडियो से काम करनेवाले दूसरे पदार्थों में यह परिवर्तन अब भी देखते हैं।

किन्तु इस शक्ति को उत्पन्न करना और उसमें परिवर्तन करना ही काफी नहीं था। बिजली के मनुष्य जाति की बड़ी भारी सेवा करने योग्य होने से बहुत पूर्व ही मनुष्य उसको बनाना और एकत्रित करना जान गये थे।

उसके विषय में पहिला कार्य लीडेन के प्रोफेसर मुस्चेनब्रोक ( Musschenbrock ) ने लीडेन के घड़े का आविष्कार करके किया। लीडेन के घड़े के तत्व को ही घूमने वाले पत्तरो की उन सब रगड़ की मशीनो मे लागू किया जाता है, जिनको हम इतनी अधिक प्रयोगशालाओ मे देखते है। उससे भी बड़ा दूसरा कार्य वोल्टा ने किया, जिसने टीन, चाँदी या ताँबे के चक्रों से पहिली बिजली की बैटर्री को बनाया। उस उद्योग से वह बहुत-सी करेट का उत्पन्न और एकत्रित करने मे समर्थ हो सका। उसके पश्चात बुनसेन, लेक्लॉच ( Leclanche ), डैनियल ( Daniell ) तथा दूसरो ने उससे अधिक मजबूत बैटर्रिओ बनाई। जंभी लैम्पो और बिजली की घंटियो मे इसी प्रकार की बैटर्रियो से काम लिया जाता है।

## दस लाख वोल्ट की बिजली उत्पन्न करने वाला डाइनेमो

यह काफी उन्नति थी। किन्तु वास्तविक उन्नति ओए-स्टेंड के उस आविष्कार से हुई, जं। उसने चुम्बकत्व ( Magnetism ) और बिजली के सम्बन्ध का पता चला कर किया। जब एक बार यह सिद्ध हो गया कि बिजली चुम्बकत्व को उत्पन्न कर सकती है और चुम्बकत्व बिजली को उत्पन्न कर सकता है, तो हम बड़ी सुगमता से

किसी भी यन्त्रीय शक्ति ( Mechanical power ) को बिजली का रूप दे सकते थे, जिस नमूने से यह परिणाम निकाला गया वह डाइनेमो है।

हम देख चुके हैं कि सब से पहला डाइनेमो एक बड़ी सीधी-नादी मशीन था, और वह बहुत थोड़ी विद्युत्-शक्ति उत्पन्न कर सकता था। जब इस्पात के मैग्नेटो के स्थान में बिजली के मैग्नेटो से काम लिया गया, तो बड़ी भारी उन्नति हुई। पहले डाइनेमो कुछ वोल्ट के दबाव (Pressure) से ही बिजली उत्पन्न करते थे। किन्तु भरनो से चले हुए कुछ वर्तमान डाइनेमो पचास हजार वोल्ट से भी अधिक की करेण्ट उत्पन्न करते हैं। कनाडा के पॉवर स्टेशन ( Power Station ) निआगरा जल-प्रपात से साठ सहस्र वोल्ट के दबाव की करेण्ट चलती है। और वहाँ दस लाख वोल्ट के योग्य शक्तिवाला डाइनेमो बनाया जा रहा है।

### निआगरा क्रिम प्रकार नगर की सड़कों को प्रकाशित करता है

डाइनेमो के द्वारा जल की शक्ति से ही इस समय एक कराड़ हार्स पॉवर की बिजली उत्पन्न की जा रही है। यदि आवश्यकता हो तो अभी इतने भरन और खाला पड़े हैं कि उनसे कराडो हार्स पावर की बिजली और बन

सकती है। इन डाइनैमो से करेण्ट लम्बे-लम्बे तारों के द्वारा बड़ी-बड़ी दूर तक ले जाई जाती है। निआगरा का बिजली-घर ७५ मील दूर टोरोंटो (Toronto) में बिजली पहुँचाता है।

डाइनैमो में यान्त्रिक शक्ति को ही बदल कर बिजली बना दिया जाता है। किन्तु बिजली के मोटर (Electro-motor) के द्वारा बिजली को फिर यन्त्रीय शक्ति का रूप दिया जा सकता है।

जैसा कि पहले कहा जा चुका है कि बिजली का तभी उत्तम रूप में उपयोग किया जा सकता है, जब उसको उत्पन्न करने के साथ साथ एकत्रित भी किया जा सके। कार्यकारी रूप में लीडन का घड़ा नामवाला ऐक्यूमुलेटर बहुत अधिक उपयोगी नहीं है। इस ओर तब तक विशेष उन्नति नहीं की जा सका, जब तक सन् १८६० में गैस्टन-प्लान्टे (Gaston Plante) ने बिजली का एकत्रित करनेवाला सेल (Electric Storage cell) नहीं बनाया। अब हमारे पास ऐसे-ऐसे सेल ऐक्यूमुलेटर हैं, जिनमें हम चाहे जितनी बिजली एकत्रित कर सकते हैं।

( आज कल के ऐक्यूमुलेटरों में सब से बड़ी चामी यह होती है कि उनमें शीशा (Lead) होता है, जिससे वह बहुत भारी होते हैं। अतएव हम मोटरकार में उसकी शक्ति से अधिक बाफ़ लादे बिना बहुत बड़े ऐक्यूमुलेटर को नहीं



लाद सकते। किन्तु कनाडा को इन्जीनियर के आविष्कार किए हुए ऐक्व्यूमूलेटर से हम को आशा है कि बिजली के द्वारा हम सभी सड़को पर यथेष्ट परिमाण में आ-जा सकेंगे।

हम बिजली से आजकल इतना अधिक कार्य ले रहे हैं। कि हमको कठिनता से विचार उत्पन्न होता है कि बिजली हमारे दैनिक जीवन में कितना अधिक भाग लेती है, किन्तु यदि यकायक बिजली के यह साधन बन्द हो जावे, तो हमारे मकानों में अंधेरा हो जावे, और वर्तमान सभ्यता की बहुत-सी मशीनें काम करना बन्द कर दे। हमारी बिजली की रोशनी, बिजली की घण्टियाँ, टेलीफोन, टेलीग्राफ, मोटरकार, बिजली की डोंगी और बिजली की मट्रियाँ—सब काम करना बन्द कर दे।

### बिजली उन्नात कर रही है

बिजली के प्रत्येक विभाग में संसार के उत्तम-से-उत्तम मस्तिष्कवाले काम में लगे हुए हैं। इसके अभ्यासों और आविष्कारों में गणित-शास्त्री, भौतिक विज्ञान वाले (Physicists), रसायन शास्त्री (Chemists) और इन्जोनियर—सभी मिल कर काम कर रहे हैं। नई शक्ति के सिद्धान्त को समझने में किया हुआ उद्योग—बैटरियों, डाइनैमो और विचो का आव-

पटार करने में किया हुआ उद्योग अत्यन्त महत्वपूर्ण है, तौ भी अभी तक बिजली का पूरा विकास नहीं हुआ है। यह कहना तो बिल्कुल गलत है कि बिजली अभी अपने बचपन में ही है, किन्तु यह अब भी उन्नति कर रही है। इसके विकास और प्रयोगों का कोई अन्त नहीं जान पड़ता। केवल हर्ट्जियन, लहरे और परमाणु ( Atom ) में विद्युत्-अंशों ( Electrons ) के आविष्कार से अनेक नयी-नयी संभावनाओं का मार्ग मिला है। इस बात को कोई नहीं जानता कि यह विशालकाय देव कितना बड़ा हो जावेगा।



## बारहवाँ अध्याय



### बिजली का टेलीग्राफ

बिजली का टेलीग्राफ वह औज़ार है जो तार पर समाचार भेजता है। यह बात सुगमता से समझ में आ सकती है कि सँसार के मनुष्यों को एक साथ लाने में बिजली के अन्य आविष्कारों की अपेक्षा टेलीग्राफ ने अधिक काम किया है।

तार मनुष्यों के विचारों को तुरन्त ही पृथ्वी के किसी भी भाग में पहुँचा देता है, जिससे बड़ी-बड़ी दूरियों के अन्तर भी छोटे से जान पड़ते हैं। टेलीग्राफ के कारण राष्ट्रीय व्यापार बहुत अधिक बढ़ गया है। लगभग प्रत्येक सभ्य देश के प्रत्येक नगर और अधिकांश ग्रामों में तार के खम्भे गड़े हुए हैं, जो ताम्बे के उन आश्चर्यजनक तारों के जाल से जकड़े हुए हैं, जिनमें विद्युत-अंश (Electrons) रात-दिन सँसार के समाचारों को इधर से उधर ले जाने के कार्य में लगे रहते हैं।

टेलीग्राफ की उत्पत्ति और उसके आविष्कर्ता का थोड़ा वर्णन इस पुस्तक के पिछले पृष्ठों में आ चुका है। यहाँ हम को देहली के तार-घर के विषय में बतलाना है, जो प्रतिदिन बम्बई को तार भेजता रहता है, जो भारत के अनेक तार-घरों से कहीं अधिक विकसित है। दोनों नगरों के बीच के तार का सम्बन्ध टेलीग्राफ के लम्बे-लम्बे तारों से है। प्रत्येक औजार ( Instrument ) का सम्बन्ध पृथ्वी से भी है। एक औजार से दूसरे में जाने वाली बिजली की करेन्ट देहली से बम्बई तक तारों में जाती है, फिर देहली से पृथ्वी के द्वारा वापिस आती है।

समाचार भेजनेवाला तारबाबू ( Operator ) अपनी तार की डेमी (Morse key) पर बार-बार अँगुली चलाता है। समाचार के पारिभाषिक अक्षरों ( Code Letters ) के अनुसार अँगुली मारने की संख्या अधिक वा कम होती है।

तार की डेमी अथवा 'मोर्स की' (morse key) स्विच के साधारण रूप के अतिरिक्त और कुछ नहीं होती। जब कभी तार के ऊपर संकेत भेजना होता है, इसके द्वारा करेन्ट बंद की जा सकती है। इस डेमी अथवा 'मोर्स की' का एक भाग तार-द्वारा बैटरी के एक ध्रुव ( Pole ) से जुड़ा होता है। इस डेमी का दूसरा भाग टेलीग्राफ की लाइन से जुड़ा होता है। पृथ्वी में दबे हुए गैल्वानिक बिजली से

भरे हुए लोहे के अनेक पत्तर होते हैं। बैटरी की दूसरी ध्रुव का सम्बन्ध उन पत्तरो में लगे तार के द्वारा पृथ्वी से होता है।

दिल्ली से चलनेवाली तार की लाइन बम्बई पहुँचने पर तार के कॉएल ( लच्छी ) के किनारे से जुड़ी होती है। कॉइल का दूसरा किनारा पृथ्वी से जुड़ा होता है। इस कॉइल में एक मैग्नेट चढ़ा हुआ है, जो एक डण्डे ( Shaft ) पर घूम सकता है। इस डण्डे के सामने एक सुई लगी हुई है। कॉटे के चलने पर यह सुई औज़ार ( Instrument ) के डायल ( Dial ) के ऊपर एक ओर से दूसरी ओर को घूमती है। जब कि दिल्ली का तार बाबू एक अक्षर के संकेत के लिए डिग्री को दबाता है, लाइन के अन्दर से उस छोटे से कॉएल के चारों ओर इसी समय एक करेण्ट जाती है और वह सुई को एक ओर को घुमाती है। करेण्ट कॉएल से बिजली के मैग्नेट के समान काम लेती है। वह कॉएल सुई को हटाता है। एक बिन्दु ( dot ) के लिए करेण्ट-विरोधी दिशा में आजाती है, और सुई डाएल की विरोधी दिशा में चलती है। इस प्रकार समाचार पानेवाला तारबाबू (Operator) औज़ार की दायी और बायी ओर की खटखट की आवाजों को सुनकर समाचार को जान लेता है।

शब्द देनेवाला यन्त्र (Sounder) बड़ा साधारण है।

यह उस छोटे से बिजली के मैग्नेट के अतिरिक्त और कुछ नहीं है, जो दूर के दफ्तर के आनेवाली करेण्टो से चुम्बक-शक्तियुक्त ( Magnetised ) किया जाता है। प्रत्येक बार जब एक करेण्ट मैग्नेट का आन्दोलित ( excite ) करती है, उसकी आर को एक स्प्रिंग की भुजा (Spring-arm) आकर्षित होजाती है। चलते समय यह भुजा एक धातु की छड़ में टकराती है, जिससे स्पष्ट शब्द निकलता है। करेण्ट के बन्द होते ही चुम्बक-शक्ति ( Magnet force ) नष्ट होजाता है और वह भुजा स्प्रिंग के द्वारा फिर अपने स्थान पर आजाती है। स्प्रिंग-द्वारा वापिस जाने में यह दूसरे विराम ( Stop ) से टकराती है, जो भिन्न प्रकार का शब्द निकालता है।

### स्वयं छापनेवाला टेलीग्राफ

अब छापनेवाले तारों का विषय लिया जा सकता है। हमने देख लिया है कि टेलीग्राफ की करेण्ट किस प्रकार एक लीवर ( भुजा ) को हिलाती है। अतएव अब यह समझना सुगम है कि टेलीग्राफ के संकेत किस प्रकार अपने आप लिखे जाते हैं।

मोर्स का स्याही-लेखक ( Morse Ink writer ) बहुत कुछ साउण्डर अथवा शब्द देनेवाले के ही समान होता है। किन्तु इसमें मैग्नेट के द्वारा आकर्षित होने पर छोटा-सा दृढ़ विराम ( स्टाप ) से नहीं टकराता। इसके

बदले में यह एक छोटे घेरे को दबाता है। यह घेरा एक कागज के रिबन के विरुद्ध लगा हुआ स्याही में डूबा होता है। यह घड़ी के समान चलता है। जब टेलीग्राफ की लाइन में करेण्ट नहीं होती, भुजा अपने चक्कर-सहित स्प्रिंग-द्वारा पीछे को लगी रहती है और चक्कर एक स्याही की गद्दी में चला जाता है। जिस समय मोर्स सिगनल ( मोर्स का संकेत ) करेण्ट को उत्पन्न करता है, उसी समय स्याही का पहिया कागज से टकरा-टकराकर उस पर छोटे-छोटे या बड़े-बड़े चिन्ह कर देगा। उसके चिन्ह बिन्दु अथवा डैरा ही होते हैं।

उन संकेतों को स्मरण कर लेना कम रुचिपूर्ण न होगा।  
उक्त पारिभाषिक संकेत निम्न-लिखित हैं—

..	-	..-	-..	.	-.	--	....
A	B	C	D	E	F	G	H
..	..---	..-	-	--	-	---	
I	J	K	L	M	N	O	
---	--	-	..	...	-	.	---
P	Q	R	S	T	U	V	
--	...-	..--	--	---			
W	X	Y	Z				

इस यन्त्रीय तार के बड़े-बड़े लाभ हैं। भेजे जानेवाले समाचार को सुनने की कोई आवश्यकता नहीं रहती क्योंकि—

कि वह तो हमारे पास लिखित रूप में स्थायी रूप से रहता है। इस प्रकार स्याही का छोटा पहिया विन्दुआ और डैशो में समाचार को बहुत शीघ्र-शीघ्र लिख डालता है, और एक बड़े भारी रिबन का रूप धारण कर लेता है।

### लाखों शब्दोंवाला मीलों लम्बा कागज का रिबन

टेलीग्राफ बहुत शीघ्र इतना जन-प्रिय होगया कि सारा संसार अपने समाचार उसके द्वारा भेजने लगा, जिससे इतने बड़े पत्र-व्यवहार को शोघ्रता से निपटाना असम्भव होगया। अब वैज्ञानिकों ने यह सोचना आरम्भ किया कि टेलीग्राफ का कार्य किस प्रकार शीघ्र-से-शीघ्र कराया जावे। अन्त में कई ढंग ऐसे निकाले गए कि तार का कार्य स्वयं अपने आप होता रहे। इन आविष्कारों से एक लाइन पर एक मिनट में सैकड़ों शब्द भेजे जाने लगे। कभी ता टेलीग्राफ का समाचार प्राप्त करनेवाले यन्त्र उन यन्त्रों को छाप भी देते थे। 'मोर्स की' (Morse key) से काम लेना छोड़ दिया गया, और उसके टेप (Tap) के बजाय मोर्स के संकेत के विन्दु और डैश कागज के एक ऐसे रिबन-द्वारा बतलाए जाने लगे, जिनमें नियमित छेद हुए रहते थे। यह छेद संगीत के यन्त्र पियानो में काम लिए हुए संगीत के गालो (Music Rolls) के समान थे। रिबन को तैयार करके भेजनेवाले यन्त्र के अन्दर से निकाला जाता है। धातु के छोटे-छोटे ब्रुश कागज को ऊपर से साफ



करते रहते हैं। उसके नीचे जहाँ छिद्र होते हैं, बिजली का सम्बन्ध होता है। तब बिजली को करेण्ट पर इस प्रकार शासन किया जाता है कि वह अपने संकेत छापनेवाले यन्त्र पर करती है, और वह समाचार प्राप्त करनेवाले दूर के तार घर में कागज के रिबन पर छपते रहते हैं। तेज गतिवाला टेलीग्राफ बिल्कुल मशीन-जैसा छापता है। उसमें कोई गलतियाँ नहीं होती। संसार-भर में एक नगर से दूसरे नगर को करोड़ों शब्दों के समाचारों को भेजने में प्रति दिन मीलो लम्बा कागज काम आता है।

### टेप मशीन

ऑटोमेटिक (स्वयं कार्य करनेवाले) टेलीग्राफ के आश्चर्यों में से एक फीले (टेप) की मशीन है, जिसको प्रायः बड़े-बड़े दफ्तरों, होटलों और क्लबों में देखा जाता है। खम्बे की मेज (Pedestal) के ऊपर एक छोटा-सा बॉक्स लगा होता है, जो समय-समय पर काम करता हुआ संसार-भर के समाचारों को इस प्रकार छापता रहता है कि उनको सब कोई पढ़ ले। किसी निर्वाचन अथवा क्रिकेट की मैच का परिणाम, पार्लियामेंट में उसी समय दिया हुआ कोई भाषण, सोने का मूल्य, किसी दूर देश की खान का लाभ, टीन, गेहूँ अथवा रुई की गाँठों पर दी जानेवाले मूल्य को चलते हुए कागज के ऊपर उसी क्षण सैकड़ों मशीनें छाप देती हैं।

इतिहास की बड़ी-बड़ी घटनाएँ घटित होने के साथ-ही-साथ फीते की मैशीन पर छाप दी जाती हैं। समाचार पत्र का एक बड़ा भारी दफ्तर, जिसका तार के द्वारा ससार-भर के सब बड़े नगरों से सम्बन्ध रहता है, अपने समाचार को फीते की मैशीनों में बाँट देता है, और इस प्रकार हम उस घटना के पश्चात् प्रायः कुछ मिनट में ही किसी महत्वपूर्ण कान्फ्रेंस अथवा किसी बड़ी घटना की कहानी को पढ़ लेते हैं। फीते की मैशीन के समाचारों को पढ़ते हैं। बड़ो-बड़ो के भाग्य बन जाते हैं, और बहुतों के भाग्य फूट जाते हैं।

### टेली-राइटर—हज़ार मील दूर पर पेंसिल का अनुसरण करनेवाली पेंसिल

एक अत्यन्त कौतुकपूर्ण यंत्रीय टेलीग्राफ (Mechanical Telegraph) को टेलीराइटर (Telewriter) कहते हैं। इस यंत्र की सहायता से हम एक पेंसिल लेकर कागज पर लिख सकते हैं। जिस समय हम एक पेंसिल लंदन में उठायेगे, तो सैंकड़ों-सहस्रों मील दूर एक दूसरी पेंसिल भी इस प्रकार उठ जायेगी, मानो जादू हो रहा है। वह दूर की पेंसिल कागज पर इस प्रकार लिखेगी, जिस प्रकार हाथ लिखता है। आश्चर्य तो यह है कि उसके अक्षर भी वैसे ही होंगे, जैसे हमारे होते हैं। इस आश्चर्य-

जनक यंत्र से, जो पूर्णतया बिजली की करंटों पर निर्भर रहता है, और जिस पर स्वयं लिखनेवाले का पूरा शासन होता है, कुछ वर्ष पूर्व लंदन में बहुत अधिक काम लिया गया। किन्तु टेलीफोन की उन्नति से इसका महत्व कम होगया।

### टेलीग्राम (Teletypegraph) अथवा तार-द्वारा चित्र भेजना

समुद्र के अन्दर के बिजली के तारों के विषय में पीछे बतलाया जा चुका है। उनकी कठिनाई भी बड़ी मनोहर है। सब के मनोहर कार्य जो टेलीग्राम ने अब तक किया है, वह समुद्र पार चित्र भेजना है। यह एक आश्चर्यजनक कार्य दिखलाई देता है। किन्तु समझने पर यह बड़ा सुगम जान पड़ता है। तसवीर को तार से भेजना बहुत अधिक आश्चर्यजनक नहीं है। क्योंकि प्रत्येक चित्र असंख्य छोटे-छोटे टुकड़ों का ठीक उसी प्रकार बना हुआ होता है—जैसे सैंकड़ों अक्षरों का एक लम्बा वाक्य बना होता है। तार-द्वारा चित्र भेजने (Picture Telegraphy) के आविष्कारक ने विचार किया कि चित्र को छोटे-छोटे भागों में तोड़ना चाहिये, और प्रत्येक भाग को तार-द्वारा भेज देना चाहिये। अथवा प्रत्येक भाग के लिए एक ऐसा संकेत रखा जाये कि समाचार लेने वाले यंत्र में वह दोबारा पच्चीकारी

के काम (Mosaic work) के टुकड़े के समान फिर उसी प्रकार बन सके। भेजनेवाली मशीन चित्र के टुकड़े-टुकड़े कर देती है, और प्राप्त करनेवाली मशीन उन टुकड़ों को फिर एक साथ रखकर जोड़ देती है। यह सब कार्य मशीन से हो जाते हैं।

### एक चित्र का बिजली की करेंट-द्वारा बनाया

#### हुआ प्रकाश अथवा शेड

फ्रांस में आजकल उपयोग में आनेवाले एक तरीके का आविष्कार एम. बेलिन (M. Behn) ने किया था। इसमें दो सिलेडरो से काम लिया जाता है। एक से भेजने का, दूसरे से प्राप्त करने का। भेजनेवाले सिलेडर पर रिलीफ (Relief) में बना हुआ फोटोग्राफ रखा जाता है। चित्र के अंधेरे भाग उठाये जाते हैं और प्रत्येक शेड (साये) को अपने-अपने प्रकाश या शेड के अनुसार अधिक या कम किया जाता है। सिलेडर अपने चित्र के साथ घूमता है, और उसके ऊपर एक पिन इस कुण्डलाकार मार्ग पर चलता रहता है। रिलीफ चित्र के तल की ऊँचाई और नीचाई के अनुसार पिन ऊपर अथवा नीचे उठती गिरती रहती है। उसकी क्रिया को उस छोटे कॉएल में की बाधा (Resistance) बदल देती है, जिसमें बिजली की करेंट आरही है। इस प्रकार दूर के स्थान पर भेजी जानेवाली करेंट की शक्ति

बदलती रहती है। प्रत्येक परिवर्तन का शासन उस दूर के चित्र की गहराई के अनुसार ठाक-ठीक होता है।

प्राप्त करनेवाली मैशीन का सिलेडर, जो ठीक उसी गति से घुमाया जाता है, जिससे भेजनेवाला सिलेडर घूमता है, फोटोग्राफ के शीघ्र-ग्राहक कागज के टुकड़े से ढका होता है। उस पर प्रकाश का एक धब्बा पड़ता रहता है। इस प्रकाश के मार्ग में एक छोटा शटर (बन्द करने वाला) लगा होता है, जो बिजली की करंट की परिवर्तन-शील शक्ति के अनुसार अधिक प्रकाश को बन्द करता है, और कम अथवा अधिक प्रकाश को खोलता है।

अब आगे क्या होता है, यह देखना सुगम है। जिस चित्र के ऊपर भेजने वाले सिलेन्डर पर कलम चल रहा है, उसके भागों की गहराई के अनुसार प्रतिक्षण शीघ्र ग्राहक कागज के ऊपर कम अथवा अधिक प्रकाश खुलता रहता है। जब सिलेन्डर का चलना बन्द हो जाता है, कागज को उतार कर विकसित किया जाता है। तब उसके ऊपर एक चित्र दिखलाई देता है। यह चित्र बिल्कुल उस दूर की मशीन पर भेजे हुए चित्र के समान होता है।

टेलीक्ट्रोग्राफ ( Telectrograph ) नाम की मशीन के द्वारा कुछ वर्ष पूर्व पेरिस से लन्दन को और मॉंचेस्टर से लण्डन को बहुत से चित्र भेजे गये थे। इस यन्त्र का आविष्कार मिस्टर थार्नीबेकर ( Mr Thorne Baker )

ने किया था, यह चित्र प्रतिदिन लन्दन के किसी समाचार पत्र में छपा करते थे ।

### तार-द्वारा अपने हस्ताक्षर भेजना

ऐसी मशीनो से हस्ताक्षरो अथवा लेखो के फोटोग्राफ भी टेलीग्राफ किये जा सकते हैं । इनके द्वारा एक महाजन किसी महत्वपूर्ण दस्तावेज के लिए अपने हस्ताक्षर भेज सकता है और इस प्रकार सम्भवतः लंदन से न्यूयार्क की यात्रा बचाई जा सकती है । इन सब आश्चर्यजनक आविष्कारो से राष्ट्र परस्पर सन्निकट होते जाते हैं और बड़ी-बड़ी दूरी का व्यापार अत्यंत शीघ्र होता जाता है ।

### टेलीविज़न

इससे भी अधिक महत्वपूर्ण एक आविष्कार और पूर्ण हो चुका है । यह टेलीविज़न ( Television ) अर्थात् दूर से देखना है । रुहमर ( Ruhmer ) नाम के एक वैज्ञानिक ने कुछ वर्ष पूर्व बहुत दूर से अक्षरो को देखा था । यदि एक पत्र किसी टेलीग्राफ के औज़ार के सन्मुख रखा जावे, तो वही पत्र—अर्थात् उसका वास्तविक प्रतिबिम्ब उसी समय बहुत दूर के पर्दे पर दिखलाई देता है ।

**।कभी दिन हम सुदूरवर्ती मनुष्यों को भी देख सकेंगे**

जब रुहमर का देहान्त हुआ, तो वह एक ऐसा यन्त्र बना रहा था, जिससे उसको आशा थी कि मनुष्य टेली-

ग्राफ की लाइन पर बातचीत करते समय एक दूसरे को देख भी सकेंगे। यह समस्या भी बहुत कुछ एक चित्र को तार-द्वारा भेजने के समान है। इसमें एक झलक में ही सम्पूर्ण चित्र भेजा जाना चाहिये। इस समस्या को हल करने में आज बहुत से आविष्कारक जुटे हुए हैं। यह निश्चित है कि बहुत शीघ्र पर्याप्त दूरी से मनुष्य को देखा जा सकेगा।

टेलीग्राफ की एक शाखा से संसार की जातियाँ एक दूसरे के समीप आती जाती हैं। जातियों को एक दूसरे से दूर करना तो अब बहुत छोटी बात जान पड़ती है। यद्यपि बेतार के तार ने बड़ी भारी क्रान्ति मचा दी है, इसने हमारे स्वप्न की आशाओं को बहुत कुछ पूरा कर दिया है, तथापि संसार के ऊपर मकड़ी के जाले के समान फैले हुए तारों के लिये अब भी बहुत काम बचा रहेगा।



## तेरहवाँ अध्याय



### टेलीग्राफ का इतिहास

इस बात का उत्तर एक वाक्य में नहीं दिया जा सकता कि टेलीग्राफ को किसने बनाया। इसके आविष्कार और विकास में बहुत से व्यक्तियों का हाथ रहा है। एक जंगली आदमी, जो आग जलाकर इसलिए खूब धुआँ उठाता है कि उसके साथी उसको देखकर समझ जावें, ऐसे पुराने ढङ्ग के टेलीग्राफ से काम लेता है, जैसा एक समय सब मनुष्य किया करते थे। पलटन का सिगनैलर ( सङ्केत करने वाला ) भी अपनी मंडा को एक विशेष प्रकार से घुमाकर टेलीग्राफ के ही एक दूसरे रूप से काम लेता है। दर्पण लेकर सूर्य की किरणों का प्रतिबिम्ब डालने वाला भी टेलीग्राफ की एक और पुरानी रीति से काम लेता है।

हमको उस मनुष्य का नाम निश्चित रूप से विदित नहीं है, जिसने बिजली के टेलीग्राफ के विषय में पहिली-पहल बतलाया। उसके वाम्ते, थोड़ा-थोड़ा करके मार्ग



बनाया जा रहा था। अनेक कष्ट-सहिष्णु विद्वान् इसके विषय में अनेक प्रकार से उद्योग करते रहे। आरम्भ में तो वह केवल विज्ञान के प्रेम के कारण ही परिश्रम करते जाते थे। उनको तो सम्भवतः इस बात का ध्यान भी नहीं था कि उनके परिश्रम का भविष्य में इतना सुन्दर परिणाम होगा।

विजली के टेलीग्राफ की बाल्दावस्था उस लीडेनजार (घड़ा) में देखने को मिलेगी, जिसके द्वारा स्टेफेन ग्रे ने विजली का करेन्ट को एक छोटे से तार में ६०० फुट तक भेजा। सर विलियम वाटसन ने करेन्ट को एक लीडेनजार से दूसरे में दो मील दूर भेजकर इस विषय में अधिक उन्नति की थी।

वैज्ञानिकों के लिये यह बात कौतुकपूर्ण और आश्चर्यजनक नवीन अध्ययन का थी। किन्तु यह जान पड़ता है कि इससे कोई भी किसी विशेष परिणाम पर नहीं पहुँचा। यहाँ तक कि सन् १७५३ ई० में एक अज्ञात व्यक्ति ने स्कॉटलैण्ड के एक समाचार पत्र में यह प्रस्ताव किया कि हम इन विजली की करेन्टों से समाचार भेजने का काम भी ले सकते हैं।

उसकी दो योजनाएं थी। एक तो यह कि प्रत्येक अक्षर के लिए पृथक्-पृथक् तार हो, और जिस समय जिस अक्षर का समाचार में स्थान आवे, उसी अक्षर वाले तार

में से करेट को पास किया जावे। तार के समाचार प्राप्त करने के किनारे पर करेट एक कागज के टुकड़े को आन्दोलित ( Agitate ) करेगी, और कागज पर वही अक्षर छप जावेगा। अथवा करेट एक स्वयं स्वाही देने वाले यंत्र ( Automatic Inker ) पर काम कर सकती है, जो उस अक्षर के स्थान में कोई भी संकेत बना देगी।

दूसरा प्रस्ताव कुछ अच्छा था। इसके अनुसार केवल एक ही तार रखना था। उसके किनारे पर एक गेड़ को बिजली की करेट से इस प्रकार हिताया जावे कि वह एक घंटी में जा लगे और उस घंटी के संकेत ही अक्षरों के समान पढ़े जावें।

इस बात का कोई प्रमाण नहीं मिलता कि वह व्यक्ति कौन था। यद्यपि कुछ लोगो का विश्वास है कि वह ग्रीनाक का डाक्टर चार्ल्स मारीसन ( Charles Morrison ) था। वह मनुष्य अवश्य बड़े स्पष्ट मस्तिष्क का होगा। क्योंकि उसने बिजली के संकेत ठीक उसी ढंग से बतलाए थे, जिस ढंग से वह आजकल दिए जा रहे हैं।

किन्तु उस समय जो कुछ भी प्रस्ताव किया गया था, मनुष्यों के पास उसको कार्यरूप में परिणत करने के साधन नहीं थे। वह एक अच्छा टेलीग्राफ बनाने के लिए पर्याप्त-शक्ति को बिजली प्राप्त नहीं कर सकते थे। बोल्टा का आविष्कार ही नये क्षेत्र में सफलता के लिए राजमार्ग,

समझा गया। हम्फ्री डैवी और माइकेल फैरैडे ने बिजली के कुछ सबसे बड़े रहस्यो और उनके प्रभाव का पता लगा कर टेलीग्राफ के वास्ते बहुत कार्य किया। फैरैडे एक लुहार का पुत्र था। उसने पता लगाया कि जिस तार में कोई करंट न चल रही हो उसको मैग्नेट बिजली से भर सकता है।

इस प्रकार मनुष्य एक बड़ी शक्ति का इच्छानुसार शासन करने लगा। वह अपनी आवश्यकता के अनुसार चाहे जितनी बिजली उत्पन्न कर सकते थे, और जितनी चाहे खर्च करते थे।

किन्तु फैरैडे के आविष्कार से भी टेलीग्राफ प्रथम नहीं आया। इसके बनाने वाले को बड़ी भारी माबधानी, चिन्ता, धन लगाना पड़ा और फिर भी उसको निराशा ही हुई। इसका आविष्कारक फ्रांसिस रोनाल्डस् था, जो बाद में सर फ्रांसिस होगया था। वह लन्दन के एक व्यापारी का पुत्र था। उसका जन्म सन् १७८८ में हुआ था, और उसी समय बिजली की समस्या की ओर जनता का बहुत अधिक ध्यान आकर्षित हुआ था।

### लन्दन के बगीचे में आठ मोल का तार बनवाने वाला व्यक्ति

जब वह बड़ा हुआ तो दत्तचित्त होकर विद्याध्ययन करने लगा। वह हैमरस्मिथ के अपने बाग में टेलीग्राफ प्रणाली

का आठ मील लम्बा तार लगवाने में सफल होगया। उसने बाबा के चारो ओर तार के कई चक्कर लगवा दिये, जिससे उसके तार की पूरी लम्बाई उसीमे काम आजावे। तब उसने रगड़ से बिजली उत्पन्न करने का प्रबन्ध किया, और वह अपने तार के अन्दर से करेट को ले जासका। उसके प्रत्येक किनारे पर एक डाएल था, जो करेट द्वारा कार्य करते हुए एक छेद के समान एक पत्र को खोल देता था। इस प्रबन्ध का शासन दो गूदे की गेदो ( Pith bolls ) के कार्य से होता था और उनके ही अन्दर से करेट आती थी। अपनी मशीन को पूर्ण करके रोनाल्डस् ने वह सरकार को दे दी। सरकार के पास उस समय तक लकड़ी के सकेत थे, जिन पर हाथ से काम किया जाता था। किन्तु सरकार ने उसकी एक बात न सुनी और रोनाल्डस् ने टेलीग्राफी को छोड़ दिया।

अब यह क्षेत्र दूसरो के लिए छोड़ दिया गया। हंस-मुख और निस्वार्थ व्यक्ति होने के कारण वह इस बात मे प्रसन्न होता था कि जहाँ वह फेज हाता है वहाँ दूसरे प्रसन्न हो। उसने मरने से पूर्व देश भर मे टेलीग्राफ का काम करते हुए देख लिया। इसकी अंतिम सफलता का श्रेय सर चार्लेस व्हीटस्टन ( Sir Charles Wheatstone ) को है। यह सन् १८०२ मे उत्पन्न हुआ था और, सन् १८५५ मे मर गया। सफलता का श्रेय सर विलियम्,

फोथरगिल कुक (Sir William Fothergill Cooke) को भी है, जो सन् १८०६ में उत्पन्न हुए और सन् १८७६ में मर गए।

## एक व्यापारी तथा एक बुद्धिमान् ने किस प्रकार पहली पहल टेलीग्राफ बनाया

यह आश्चर्य की बात है कि यह दोनों व्यक्ति इस काम के करने में एक साथ जुट गए। कुक बहुत समय तक हमारे भारत की सेनाओं में रहा था। वह एक डाक्टर हो गया। व्हीटस्टन ग्लॉसेस्टर के एक बाजा सुधारने वाले का पुत्र था। वह लन्दन में एक बाजा बेचने वाले की दूकान पर भेज दिया गया।

इन दोनों को ही विज्ञान से प्रेम था, और यह दोनों ही बिजली के अध्ययन में विशेष रूप से आकर्षित थे। व्हीटस्टन किंग कालेज में प्रोफेसर बना दिया गया। उसने कालेज के तंग कमरे में अनेक महत्वपूर्ण प्रयोग किये। उनमें से एक बिजली की गति की परीक्षा भी थी कि वह तार में से कितनी गति से जाती है।

कुक ने—जिस समय वह योरोप में डाक्टर सीख रहा था,—बिजली के टेलीग्राफ के विषय में सुना था। उसके सख्त मस्तिष्क ने तुरन्त देख लिया कि इसमें बहुत बातें सम्भव थीं। अतएव अपने को इस काम में लगाकर वह

इंग्लैण्ड आया और व्हीटस्टन के साथ साजे में काम करने लगा ।

परिणाम बहुत अच्छा हुआ । कुक एक चतुर व्यापारी था और व्हीटस्टन बहुत बुद्धिमान् था । उन्होंने इंग्लैण्ड में काम में लाये हुए, प्रथम कार्य-कारी टेलीग्राफ को बनाया ।

यह पहली पहल सन् १८३८ में लन्दन और ब्लैक-वाल को रेलों में लगाया गया था ।

जिस समय यह दो व्यक्ति इंग्लैण्ड में कार्य कर रहे थे, सैमुएल मोर्स इनसे भी अधिक लाभ अमरीका को पहुँचा रहा था । वह चार्ल्सटाउन में सन् १८६ मे उत्पन्न हुआ था । वह एक सफल चित्रकार और सगतराश था । वह सन् १८११ में इंग्लैण्ड में कला की शिक्षा प्राप्त करने के लिए आया था । सन् १८३२ में हैवर ( Havre ) से अमरीका की यात्रा करते समय जहाज पर उसकी डाक्टर जैक्सन से भेट हुई, और उन्होंने बिजली के सम्बन्ध में वाद-विवाद किया ।

**संसार को प्रसिद्ध संकेत शास्त्र देने वाला कलाकार**

मोर्स ने अपने वार्तालाप के विषय में विचार किया । और जब वह वापिस अमरीका में आया उसने इस समस्या को हल करने के लिए कठोर परिश्रम करना आरम्भ किया । परिणाम स्वरूप उसने एक ऐसा टेलीग्राफ बनाया, जिसमें

बैटरी और मैग्नेट महत्वपूर्ण कार्य करते थे। उसने टेली-ग्राफी में सब कहीं काम आने वाली सॉकेतिक वर्णमाला भी बनाई। अन्य बहुत से व्यक्तियों ने भी टेलीग्राफ के विषय में महत्वपूर्ण कार्य किया है। किन्तु उनका कार्य कला-सम्बन्धी ( Technical ) है। सन् १८७४ में एडिसन ( Edison ) ने अकेले तार की आवागमन की योग्यता को बढ़ाने का कार्यकारी ढङ्ग निकालकर इस विषय में बड़ी भारी उन्नति की। आरम्भ में उन्होंने एक ही तार में दो विरोधी दिशाओं में दो समाचार एक ही समय में भेजे। फिर उन्होंने इसमें उन्नति करते हुए एक ही दिशा में एक साथ दो समाचार भेजे। इन दोनों प्रणालियों का मिलने से इतनी उन्नति हुई कि एक तार में एक साथ ही दो-दो दिशाओं में दो-दो समाचार दिये जाने लगे। उच्च प्रणालियों को टेलीग्राफी की प्रगुणित प्रणाली (multiplex System) कहते हैं, और वह हमारे समय के सबसे बड़े आविष्कारक एडिसन के मस्तिष्क से उत्पन्न हुई है।

एडिसन के कार्य से टेलीग्राफी को बड़ी भारी सहायता मिली। इसका बड़ा भारी प्रचार हुआ। किन्तु सबसे बड़ी उन्नति तभी हुई, जब इंगलैण्ड की मुख्य-मुख्य रेलवे कम्पनियों ने कुक और व्हीटस्टन की प्रणाली को अपना लिया। क्योंकि उस समय से ही टेलीग्राफी में नवीन युग का आरम्भ हुआ।

उस समय से न केवल इंग्लैण्ड में वरन् सारे संसार में टेलीग्राफ से काम लिया गया। जितना ही अधिक तेज़ और दूर हम चलते जाते हे, उतना ही तेज़ हमारा समाचार भी जाना चाहिए। जिस समय वाष्प के जहाज़ ने ऐटलांटिक महासागर को पार करना आरम्भ किया, मनुष्य ऐसे उपाय को सोचने लगे कि किसी प्रकार हम शीघ्र-से-शीघ्र दूसरे देशों के साथ पत्र व्यवहार भी करने लगे। हमने देख लिया कि टेलीग्राफ का प्रचार किस प्रकार हुआ। किन्तु उसके आकाश को जीतने के मार्ग में अब भी बहुत सो कठिनाइयाँ थीं। यह महासागर किस प्रकार पार किया जाना था ?

### आविष्कारों और विचारों से भरा हुआ ५ तापी जीवन

इस समय वैज्ञानिक संसार में अत्यन्त प्रसिद्ध लार्ड-केल्विन को बधाई देनी चाहिए। वह १८२४ में बेलफास्ट में उत्पन्न हुआ था और वह एक गणित के प्रोफेसर का पुत्र था। उस समय उसका नाम विलियम टामसन (William Thomson) था। उसने आरम्भ में ही ग्लासगो विश्वविद्यालय में प्रवेश किया। जन्म-भर उसने अत्यन्त कठिन समस्याओं अर्थात् सभी अवस्थाओं में बिजली की करंटों की सामर्थ्य, कार्य और परिणामों के विषय में कार्य किया। बहुत से व्यक्तियों को यह विषय



रूखा और व्यर्थ का जान पड़ता होगा। किन्तु उसका तेज मस्तिष्क अपने कोमल प्रयोगों और सम्भीर परिगणनों (Calculations) के परिणाम से किए गए आविष्कारों को कार्यकारी रूप में लाने में समर्थ हुआ। उसके कार्य का एक परिणाम समुद्री तार थे, जो समुद्र की तली में बिछे हुए संसार भर को जोड़ते हैं। तौ भी यह लार्ड केल्विन के टेलीग्राफी के सम्बन्ध के कार्यों का केवल एक अंश है। उसके कुछ अत्यन्त कोमल और सुन्दर काम वेतार के तार द्वारा समाचारों को लेना और भेजना है। लार्ड केल्विन ने बहुत दिनों तक एक प्रतापी जीवन व्यतीत किया। उसका जीवन विचारों और आविष्कारों से भरा हुआ है। संसार-भर में नाम पाकर वह ७ दिसम्बर सन् १९०७ में परलोकवासी हुआ।

लार्ड केल्विन के कार्य से उस सबसे बड़ी उन्नति का मार्ग तय्यार हो गया, जो टेलीग्राफी के सम्बन्ध में सोची जा रही थी। अब विशाल ऐटलांटिक महासागर का पुल बांधने और महासागर की तली में से बिजली की करेण्ट ले जाने का काम सामने आया। ऐटलाण्टिक महासागर की तली में तार बिछानेवाला एक बड़ा भारी प्रसिद्ध बिजली का एन्जीनियर था। उसका नाम सर चार्ल्स ब्राइट (Sir Charles Bright) था। उसका पुत्र अब भी उसके नाम को जीवित रखे हुए है।

## समुद्र की तलहटी में बिछे हुए पहिले समुद्र तार

उसने भी मारकोनी की अवस्था में ही जीवन-संग्राम में विजय प्राप्त कर ली। क्योंकि उसने केवल २६ वर्ष की अवस्था में ही ऐटलाण्टिक महासागर की तला में तार बिछाया था।

ब्राइट से पूर्व एक और व्यक्ति ने भी इन समस्या को हल करने का उद्योग किया था। सर विलियम ओशोघनेसी ब्रुक (Sir William-O-Shaughnessy Brooke) सन् १८३८ में भारतवर्ष में एक ऐसे तार में से समाचार भेजने में सफल हो गए, जो एक नदी के अन्दर से जा रहा था। सैमुएल मोर्स (Samuel Morse) ने न्यू-यार्क बन्दरगाह में ताम्बे के तार में से समाचार भेजा। कार्य बड़ा भारी महत्वपूर्ण था, किन्तु वह उस समय अत्यन्त निर्धन था। उसने लिखा कि “मैं साधनों के अभाव से बर्बाद हो गया हूँ। मेरे मौजे मेरी माता के पास जाना चाहते हैं और मेरा हैट भी अब बिल्कुल जोरों हो चुका है।

इसके पश्चात् एज़रा कॉर्नेल (Ezra Cornell) नाम के एक अमरीकन ने पानी के अन्दर बारह मील तक एक तार से काम लिया, यह बात सन् १८४५ की है। समुद्री तार ने कुछ माह तक अच्छा काम किया, किन्तु बाद में वह बरफ से टूट गया। कारनेल केवल इस कार्य

के हो लिए स्मरण योग्य नहीं है, किन्तु वह प्रसिद्ध कार्नेल विश्वविद्यालय का संस्थापक भी है। सन् १८४६ में चार्लेस वेस्ट ( Charles West ) नाम के एक अंगरेज ने इंग्लैण्ड से फ्रांस तक एक लाइन बिछाने का उद्योग किया। वह पोर्टस्माउथ ( Portsmouth ) बन्दरगाह तक पहुँच भी गया। यहाँ उसने अपने तार के किनारे को किरती में पकड़े हुए उसके द्वारा किनारे पर सन्देश भेजा। वह भी निर्धनता के कारण अपने प्रयोग को पूरा न कर सका।

समुद्री तारों के सम्बन्ध में प्रथम वास्तविक सफलता बड़ी आश्चर्यजनक थी। इंग्लिश चैनल में सन् १८४६ ई० की जनवरी में दो मील तक एक समुद्री तार बिछाया गया। फिर उसका फाल्कस्टन ( ( Folkestone ) स्थल पर लाकर एक ८३ मील लम्बे तार से जोड़ दिया गया। यह लन्दन को और वहाँ से वापिस उक्त जहाज को सन्देश भेजता था, जो इस समुद्री तार के किनारे को पकड़े रहता था।

**समुद्री तार को अपने जाल में खींचनेवाला**

**मछियारा**

अब इंग्लैण्ड और अमरीका के बहुत से विद्वान इस ओर लग गये। अमरीका में साइरस फील्ड ( Cyrus

Field) नाम के एक व्यक्ति ने अमरीका से इंगलैण्ड तक समुद्री तार लगाने का बेहद उद्योग किया। इस व्यक्ति ने पहले कागज बनाने में बड़ी भारी सम्पत्ति पैदा की थी। किन्तु अन्त में इसकी बड़ी निर्धन दशा में मृत्यु हुई। इंगलैण्ड में जैकब और जान वाटकिन्स ब्रेट (Jacob & John Watkin's Brett) नाम के दो भाई फ्रांस तक समुद्री तार बिछाने के लिए सरकारी आज्ञा प्राप्त करने का उद्योग कर रहे थे। बहुत दिनों के पश्चात् बड़े कष्टों को सहन करके उन्होंने पूरी तौर से अपने खर्चों से डोवर (Dover) से कैले (Calais) तक समुद्री तार बिछा दिया।

सन् १८७० में समुद्री तारवाला जहाज रवाना हुआ और तार शीघ्र ही कैले में उतार लिया गया। दोनों देशों के शासकों ने उसके ऊपर सन्देश भेजे। किन्तु इसके पश्चात् वह समुद्री तार टूट गया। एक अज्ञानी मछियारे ने उसको अपने जाल में खींचकर तोड़ डाला। तौ भी वह तार अपने उद्देश को पूरा कर देता था। शीघ्र ही उसके स्थान में नया तार डाला गया और दूसरे बहुत से तार भी डाले गये।

अब ऐटलांटिक महासागर के अन्दर समुद्री तार डालने का गम्भीर प्रस्ताव आया। इस कार्य के लिए नवयुवक चार्लेस टिल्स्टन ब्राइट (Charles Tilston Bright)

चुना गया। बुद्धिमान् आदमी अब भी यही कहते थे कि यह कार्य नहीं हो सकता। वह कहते थे कि गहरे समुद्र की तली में तार डुबाना असम्भव है और यदि वह डूब भी गया तो उसमें से सांकेतिक सन्देश नहीं जा सकेगे। इस समय ब्रेट्स (Brets) साइरस फील्ड (Cyrus Field) से मिल गया। साइरस फील्ड इस समय इङ्गलैण्ड आया हुआ था। उन्होंने मिलकर एक कम्पनी बनाई और ब्राइट को इस काम पर नौकर रखा कि वह ऐटलांटिक महासागर की तली में टेलीग्राफ लगाकर इंग्लैण्ड को अमरीका में मिला देवे।

ब्राइट बिल्कुल ही नवयुवक था। किन्तु वह बुद्धिमान् बहुत था। उसमें संकल्प और साहस की कमी न थी। वह सन् १८३२ में पैदा हुआ था। यदि उसके पिता ने बहुत सा धन नष्ट न कर दिया होता तो वह आक्सफर्ड विश्व-विद्यालय में चला जाता। अतएव उसको आजीविका उपार्जन करनी पड़ी। वह उन्नीस वर्ष की अवस्था में ही टेलीग्राफी में बहुत अच्छा काम करने लगा था।

### मध्य महासागर में तार का टूटकर डूब जाना

समुद्री तार का एक किनारा ५ अगस्त सन् १८५७ ई० को वैलेनशिया के पास आयर्लैण्ड में लाया गया। दूसरे दिन से ही इस चढ़ाई के यात्रियों ने अपना काम आरम्भ

कर दिया। एक जंगी जहाज ब्रिटिश सरकार ने और एक अमरीकन सरकार ने दिया था। जहाज के रवाना होते ही समुद्री तार जहाज पर लादकर ले जाया जाने लगा। वैलेन्शिया (Valencia) से अमरीका के आधे मार्ग का तार निआगरा नाम के अमरीकन जंगी जहाज को डालना था और इसके पश्चात् शेष आधा कार्य मध्य ऐटलॉटिक से ब्रिटिश जंगी जहाज एच. एम. एस. ऐगामेमनन को पूरा करके तार को न्यूफाउंडलैण्ड पहुँचाना था।

इंगलैण्ड से रवाना होकर दोनो जहाज ३८० मील तक ही आये थे कि समुद्री तार चटख गया और जहाजों को टूटे हुए तार को समुद्र की तली में छोड़कर साईमाउथ (Plymouth) को वापिस आना पड़ा। अब यह आवश्यक हो गया कि ६०० मील का तार और मोल लेने के लिये रुपयो का और प्रबन्ध किया जावे। उस समय यह खर्चा वास्तव में बड़ा भयंकर था। रुपये का प्रबन्ध होगया और तार खरीद लिया गया। जहाज फिर जून १८५८ में रवाना हो गये। ऐटलॉटिक में आने पर उनको एक भयंकर तूफान का मुकाबिला करना पड़ा, जो एक सप्ताह तक रहा। ब्राइट के जहाज की प्रायः प्रत्येक वस्तु टूट गई। बहुत से आदमी जखमी हो गये। जहाज पर इतनी बुरी तरह से जोर पड़ा कि वह बार-बार लगभग डूब सा जाता था और उससे वह कीमती तार समुद्र में छूट पड़ा।

### ऐटलांटिक पर विजय

दूसरी यात्रा भी असफल हुई और इंगलैण्ड में बड़ी निराशा का अनुभव किया जाने लगा। तौ भी कुछ दृढ़चित्त मित्रा इस चोट को भी सह गये। एक बार फिर दोनो जहाज आधा-आधा तार लेकर महासागर में घुस गये और मध्य भाग में जाकर प्रथक्-प्रथक् हो गये। इस बार दोनो जहाज तार के स्थल के किनारे को थामे हुए महासागर के मध्य भाग में निश्चित स्थान पर आ मिले। इस प्रकार तार का एक कोना वेलेशिया में बाँधा गया और दूसरा कोना व्हाइट स्टैण्ड की खाड़ी ( White Stand-Bay ) पर रोक कर न्यूफाउंडलैण्ड ( New found land ) में बाँध दिया गया। इंगलैण्ड में धन संग्रह करने वाले अंगरेज मित्रो ने अमरीका में धन संग्रह करने वाले अपने अमरीकन मित्रो को समुद्री तार द्वारा बधाई के संदेश भेजे कि परिश्रम सफल हो गया।

तब प्रथम सार्वजनिक समाचार इंगलैण्ड की महारानी विक्टोरिया द्वारा संयुक्त राज्य अमरीका के राष्ट्रपति को भेजा गया। यह तार २००० मील लम्बा था। इससे सिद्ध हो गया कि बिजली के द्वारा इतनी-इतनी दूर तक भी संदेश भेजे जा सकते थे। उस समय कुल ७३२ संदेश भेजे गये। तब दो माह के पश्चात् एक दुःखद दिन तार ने काम करना बन्द कर दिया।

अगले दो वर्ष में एक नई कम्पनी बनी और सन् १८६५ ई० में ग्रेट ईस्टर्न ( Great Eastern ) नाम का उस समय तक बना हुआ सबसे बड़ा जहाज पहले की अपेक्षा बहुत अधिक मजबूत तार को लेकर रवाना हुआ । यह तार २३०० मील लम्बा और ४००० टन भारी था । किन्तु आपत्ति फिर आई और तार टूट गया ।

फिर भी एक और तार भेजा गया । इस तार का भेजना पूरी तौर से सफल हो गया, और २७ जौलाई सन् १८६६ ई० को आयरलैण्ड और न्यूफाउंडलैण्ड उसके द्वारा जोड़ दिये गये ।

### महासागरों की तली में से संदेश ले जानेवाले

#### समुद्री तार

अन्त में इङ्ग्लोनियरो के साहसपूर्ण कार्य को सफलता का श्रेय मिला ही गया । ग्रेट ईस्टर्न के तार के कार्य के अध्यक्ष इङ्ग्लोनियर सर सैमुअल कैनिंग ( Sir Samuel Canning ) थे । किन्तु इस समय सर चार्ल्स ब्राइट ( Sir Charles Bright ) मुख्य परामर्शदाता थे । अन्त-एव ऐटलाटिक के तारों के पिता वही समझे जाते हैं । उन्होंने समुद्री तारों के डालने में और भी बहुत-सा कार्य किया । सन् १८८८ में अपना मृत्यु से पूर्व उन्होंने सभी प्रधान महासागरों में तार लगा हुआ देख लिया । उस



समय मन के समान शीघ्र गति से समुद्रों के अन्दर से समाचारों का खूब आवागमन होने लगा था ।

एटलांटिक को पार करनेवाले कुछ तार २००० मील तक फैले हुए हैं । एटलांटिक के तार में ७०० टन ताम्बा लगा था और उसको अलग करने में ३५० टन गटा-पार्चा लगा था । करेण्ट को ले जानेवाले तार के लच्छे में ताम्बे के सात तार होते हैं । वह गटा-पार्चा की ओर में बन्द रहते हैं । उसको एक कोर कहते हैं । इस कोर ( Core ) को हानि न पहुँचने देने और बल पहुँचाने के लिए इसको इस्पात के मुलायम तारों से ढक देते हैं, जो उसके चारों ओर कुण्डलाकार रूप से लिपटे रहते हैं । इसको कवच तार ( Armour wire ) कहते हैं । तारों के बाहिर फिर दो लपेट और होते हैं । एक तो जूट का और उसके ऊपर सोपस्टन ( Soapstone ) का ।

कोई आविष्कार कितना ही बड़ा क्यों न हो, वही केवल वही नहीं रहता, जहाँ से वह आरम्भ होता है । उन्नति उसमें भी अवश्य होती है । बिजली के तार की प्रथम सफलता के बाद से संसार के इस आश्चर्य में अधिकाधिक और आश्चर्यमय कार्य होते गए ।

## चौदहवाँ अध्याय



### टेलीफोन

जिस समय यह आविष्कार हुआ कि बिजली का मैग्नेट पतली धातु के एक टुकड़े को हिलाने से इस प्रकार की थरथरी अथवा कम्प उत्पन्न कर सकता था जिससे शोर होता था, तो इस बात के लिये अनेक प्रयोग किये गए कि मनुष्य के शब्द को भी दूरी तक भेजा जावे ।

बिजली की करंटों के कार्यों में टेलीफोन का आविष्कार सब से सरल, सबसे बड़ा और सब से अधिक शानदार है । टेलीफोन के द्वारा आवाज को समुद्र पार भी सुना जा सकता है ।

टेलीफोन के आविष्कार की कहानी और उसकी कार्य-शैली का वर्णन पिछले पृष्ठों में किया जा चुका है । अब यहाँ उसका वर्णन संक्षेप में किया जाता है । जब हम एक शब्द बोलते हैं, तो वायु में कम्प उत्पन्न होती है । प्रत्येक भिन्न शब्द हवा में भिन्न प्रकार की कम्प उत्पन्न करता है ।

इन कम्पनो को हम वायु की तरङ्गे अथवा लहर ( Air waves ) कहते हैं। किन्तु वायु की लहर शब्द को इतनी दूर और इतनी शीघ्रता से नहीं ले जा सकती, जितना बिजली ले जाती है। अतएव हम वायु की लहरो को बदल कर बिजली की लहर बनाने के लिए टेलीफोन से काम लेते हैं। बिजली की लहर तार के अन्दर इतनी शीघ्रता से जाती है कि शब्द भी उतनी शीघ्रता से मुख से निकलकर कान तक नहीं जाता। जब हम टेलीफोन में बोलते हैं तो धातु का एक छोटा-सा चक्र ( Disc ) हवा की लहरो को बदलकर बिजली की लहर बना देता है। यह बिजली की लहर तार में दूसरे कोने के चक्र तक जाती है। जब यह इस चक्र से टकराती है तो बिजली की लहर फिर हवा की लहर बन जाती है। उस समय वह उसी शब्द को उत्पन्न करती है जैसा पहिली लहरो ने उत्पन्न किया था। यह शब्द हमारे मुख के निकले हुए होते हैं। हमारे शब्द एक चक्र पर आकर टकराते हैं और बिजली की लहर बन जाते हैं। वह लहर दूसरे चक्र से टकराती है और फिर शब्द बन जाती है।

लगभग साठ वर्ष पूर्व जब टेलीफोन में बिजली लगाई गई थी तो छोटी-छोटी दूरी पर नल के द्वारा बातचीत की जाती थी। यह नलके घर के एक कमरे से दूसरे कमरे में लगे होते थे। यह खोखले होते थे। इनमें

दोनों ओर एक-एक बोलने का आला लगा होता था और उसमें एक सीटी भी लगी होती थी। जिससे दूसरे कमरे वाले व्यक्ति को उस नलके के दूसरे किनारे पर सीटी-द्वारा बुलाया जा सके। इस प्रकार बोलने के नलके, जिनमें केवल शब्द की लहर ही जाती है, अब भी योरोप के पुराने घरों में अथवा किन्हीं होटलों के जीमने के कमरे और रसोईघर के बीच में लगे हुए हैं।

यह सत्य है कि यदि हम धातु के एक चक्र ( Disc ) को ले ओर उसमें से एक तार धातु के दूसरे चक्र में लगाकर दौड़ावे, तो शब्द को एक आश्चर्यजनक दूरी तक भेजा जा सकता है। क्योंकि वायु की अपेक्षा धातु में शब्द-वाहकता का गुण पन्द्रह गुना अधिक है।

विजली के आविष्कार के साथ-साथ उसकी लहरों को ले जाने के लिए एक प्रवाहक ( Conductor ) का अस्तित्व भी आवश्यक हो गया। वह प्रवाहक केवल ठीक तौर से प्रयुक्त किया हुआ ताम्बे का तार हो सकता है। यद्यपि यह विश्वास योग्य नहीं है, तो भी डाक्टराने के टेलीफोन-इंजीनियरों से पता चलता है कि अब भी ऐसे बहुत से व्यक्ति हैं, जो समझते हैं कि टेलीफोन का तार खोखला है और वास्तव में उसके अन्दर से हमारे शब्द उसी प्रकार जाते हैं, जिस प्रकार बालने वाले नलके में से जाते हैं।

किन्तु इस प्रकार का टेलीफोन देहली और बम्बई के

बीच में नहीं लग सकता था। शब्द इतनी दूर कभी नहीं चल सकता था। यदि शब्द की लहर समाप्त न भी हो, तो वह इतनी धीरे चलती है कि यदि हम दिल्ली में अपने किसी बम्बई के मित्र से पूछें कि क्या आप प्रसन्न हैं? तो यह शब्द उसके पास लगभग पौन घण्टे में पहुँचेंगे। उसका उत्तर 'हाँ' के रूप में सुनने में हमको दूमरा पौन घण्टा और लग जावेगा।

### हमारे शब्द को उड़ा ले जाने वाली बिजली की लहर

बिजली के टेलीफोन का धन्यवाद है कि आज हम अनेक देशों से उसके द्वारा बात-चीत कर सकते हैं। बिजली हमारे शब्दों में पंख लगा देती है।

हम जानते हैं कि जिस समय हम टेलीफोन का चोगा हाथ में लेते हैं, तो बिजली की एक लहर तार में से तुरन्त उस स्थान तक पहुँच जाती है, जहाँ हम बात करना चाहते हैं। जब हम शब्द बोलते हैं, तो हमारे साँस से हमारे प्रेषक अथवा ट्रान्समिटर (टेलीफोन का सन्देश भेजने का चोगा) में के एक धातु के चक्र में एक कम्प उत्पन्न होती है, उस कम्प को तारों में से करेण्ट ले जाती है। दूसरे कोने पर भी उसी प्रकार से टेलीफोन के चोगे में धातु का एक पतला चक्र लगा होता है। करेण्ट के द्वारा

लाई हुई वह कम्प इस चक्कर में भी टकराती है और इस प्रकार फिर हमारी आवाज बन जाती है।

यदि हम बम्बई से कलकत्ते को बातचीत करना चाहें तो बड़ी सुगमता से बातचीत कर सकते हैं। आवाज इतनी स्पष्ट आती है कि मानो हम एक कमरे में ही बातचीत कर रहे हैं। लंदन तक से टेलीफोन के द्वारा सात समुद्र पार बातचीत की जा सकती है। टेलीफोन के तार स्थल पर से समुद्र के किनारे पर आते हैं। वह समुद्र के नीचे डूब जाते हैं और समुद्र के किनारे पर निकल कर उस देश के स्थल पर नगरों में चले जाते हैं। हमारा शब्द इन तारों में से बड़ी सुगमता से जाता है।

### बेतार का टेलीफोन

विजली हमारे शब्दों को बिना तार के भी ले जा सकती है। बिना तार के भी हम सहस्रो मील दूर तक टेलीफोन से बातचीत कर सकते हैं। एक व्यक्ति बेतार का टेलीफोन ग्राहक अथवा रिसीवर ( बेतार का टेलीफोन की बातचीत करने का यन्त्र ) में बोलता है और बैटरी शब्द की लहरों को भेजती है, आवाज कम्प उत्पन्न करती है, जो विजली की लहरों के रूप में जाती है। दूसरी ओर भी इसी प्रकार बेतार का विशेष रिसीवर लगा होता है। वह रिसीवर उन शब्द तरङ्गों को पकड़ लेता है। रिसीवर में लहर फिर शब्द रूप में बदल जाती है। दो जहाजों के कप्तान आपस

मे इस प्रकार बातचीत कर सकते हैं, जैसे वह डेक पर एक साथ खड़े हुये हो।

- वह दिन भी आने वाला है, जब जहाजी बेड़े का आदमी लंदन में बैठे हुए अपने शब्द को वायु के पंखों पर सवार करके पृथ्वी और समुद्र को एक करते हुए जहाज में बैठे हुए यात्री से कह सकेंगे कि उसको क्या करना चाहिये। और जब जहाज के सेनापतियों को अपने घर समाचार भेजना होगा, तो वह समुद्र में अपने रिसावर में बात करके सीधे 'व्हाइट हॉल' से बात कर सकेंगे और अपना मतलब पूरा कर लेंगे।

इसके पश्चात् यहाँ तक आविष्कार होते जावेंगे कि हम सब अपने हाथ में बेतार का टेलीफोन लिए हुए फिरा करेंगे। हम अपने ट्रांसमिटर में एक संदेश कह देंगे और वह हमारे मित्र के पास पहुँच जावेगा, फिर चाहे वह पर्वत पर या घाटियों में, नगर की घनी बस्ती में, सुनसान महासागर में अथवा कहीं भी क्यों न हो।

चलती हुई रेल-गाड़ियों से हम अब भी बेतार के टेलीफोन के समाचार भेज सकते हैं। एक गाड़ी लन्दन से समुद्र को बेतार का टेलीफोन लिए हुए जा रही थी। मीलों दूर एक सिगनल बक्स था, जिसमें दूसरा बेतार का टेलीफोन था जिस समय रेलगाड़ी पचास मील प्रति घण्टे की रफ्तार से जा रही थी कि एक समाचार-टेलीफोन

किया गया, किन्तु बिजली प्रकाश के समान तीव्र गति से जाती है। और सन्देश भागने में रेल से आगे निकल गया और उत्तर रेलगाड़ी के दो तीन सौ गज जाने के पूर्व ही मिल गया।

### टेलीफोन के अन्य आश्चर्य

टेलीफोन के आश्चर्य समाप्त नहीं होते। हम समुद्र के ऊपर से ही टेलीफोन नहीं कर सकते, वरन् ठोस पृथ्वी के बीच में से भी टेलीफोन कर सकते हैं। एक महाशय ने चिस्लहर्स्ट (Chislehurst) में एक गुफा में टेलीफोन लगाया हुआ था, यह गुफा की छत पर लोहे की दो खूटियाँ गाड़ कर उनमें सम्बन्धित किया गया था। खूटियाँ पृथ्वी के अन्दर ले जाई गई थी। ज़मीन के नीचे गुफा में दूसरा आदमी था, उसके पास दो तार लगा हुआ एक रिसीवर था। यह तार खूटियों में लगे हुए थे, उसने अपनी खूटियों को अपने सिर के ऊपर पृथ्वी में गाड़ दिया और सब काम तय्यार हो गया। ऊपर का आदमी अपने टेलीफोन में बोला और आवाज़ पृथ्वी के अन्दर से होती हुई नीचे के रिसीवर में बिल्कुल ठीक आई। उसके जवाब में गुफा में का आदमी भी बोला और वह शब्द चट्टानों और मिट्टी में से होता हुआ खुली हवा के टेलीफोन में गया।

बिना तार का टेलीफोन वास्तव में यह है। किसी



दिन ससार-भर की सब खानों में ऐसे ही बेतार के टेलीफोन लग जावेंगे और इस प्रकार दुर्घटना की सम्भावना होने पर अन्दर के आदमी उनको बचाने के लिए ऊपर-वालों को सन्देश दे सकेंगे ।

परियो की किसी भी कहानी में इससे बड़े जादू का हाल नहीं मिलता, तौ भी सबसे बड़ी बात यह है कि संसार का यह सबसे बड़ा आश्चर्य कितना-सादा है, किंतु प्रसिद्ध आविष्कार के सिद्धान्तों को कार्य-रूप में परिणित करने का विचार भी सुगम नहीं था । विज्ञान के इतिहास में यह सबसे बड़ा काम है, इसकी पूरी कहानी का वर्णन आगे किया जावेगा ।



## पन्द्रहवाँ अध्याय



### टेलीफोन की कहानी

टेलीफोन के समुद्रों, महाद्वीपों और पर्वतों के पार आवाज़ पहुँचाने के विषय में पहिले ही बतलाया जा चुका है, किन्तु यदि इसके आविष्कार की कहानी का वर्णन किया जावे तो इसके विषय में अधिक ज्ञान प्राप्त किया जा सकेगा ।

सब से प्रथम इस विषय में चार्लेस ग्रीटस्टन ( बाद में सर चार्लेस ग्रीटस्टन ) ने उद्योग किया । आपका जन्म १८०२ ई० में हुआ था । इनके चाचा सड़ित के बाज़ों को बनाया और बेचा करते थे । आरम्भ में उन्होंने भी इस कार्य में भाग लिया, किन्तु इनका इसमें बिल्कुल भी जी न लगा । यह प्रायः पुस्तकें पढ़ा करते थे । अन्त में इनके पिता इनको घर ले आए और इनको अपनी रुचि के अनुसार जीवन व्यतीत करने के लिए छोड़ दिया गया ।

बचपन से ही इनको कविता से प्रेम था। यह न केवल अंग्रेजी कविता में ही लिखते थे, बल्कि फ्रेंच भाषा से उनका अनुवाद भी किया करते थे। इनको बिजली के विषय में भी बड़ी भारी रुचि थी। बड़ी कठिनाता से कुछ पैसे बचाकर इन्होंने वोल्टा ( Volta ) पर एक पुस्तक मोल ले ली। यह पुस्तक फ्रेंच भाषा में होने के कारण इतनी कठिन थी कि इनको फिर थोड़े-थोड़े पैसे बचाकर एक फ्रेंच-कॉपी मोल लेना पड़ा। इन्होंने पुस्तक को हृदय-ङ्गम कर लिया और स्वयं एक बैटरी बनाना आरम्भ किया। पहिले यह ताम्बे के पत्तर माल लेने के लिए पैसे बचाकर रखते जाते थे किन्तु इन को शीघ्र ही यह ध्यान आया कि क्यों न ताम्बे के पत्तरो के स्थान में ताम्बे के पैसों से ही काम लिया जावे। उस समय इङ्ग्लैण्ड का 'पेनी' ताम्बे का ही बनता था, आजकल के समान कॉसे ( Bronze ) का नहीं। इस प्रकार बैटरी बन गई।

### जादू की वीणा

जिस बच्चे का निश्चय इतना अटल हो कि वह पैसे बचा-बचाकर पुस्तक मोल ले और उनसे बैटरी बना सके, वह अवश्य ही होनहार होना चाहिए। उन्नीस वर्ष की अवस्था में व्हीटस्टन ने अपनी 'जादू की वीणा' ( Enchanted Lyre ) का आविष्कार किया, जिस का लन्दन भर में प्रदर्शन किया गया। यह जादू की वीणा

वास्तव में सितार, वीणा अथवा कोई ऐसा अन्य बाजा थी, जो एक लम्बे डंडे के द्वारा एक संगीत-बक्स (Musical Box) से सम्बन्धित करके कंपकपी (Vibrations) में डाल दिया जाता था, डंडे और संगीत के बक्स के दिखलाई न देने से यह जान पड़ता था कि जादू की वीणा स्वयं बज रही है।

अपने आप बजने वाले बाजों का प्रभाव कला-पूर्ण नहीं हुआ करता, एक समय एक प्रसिद्ध संगीतज्ञ ने वहीटस्टन को बुलवाया। अपने साथियों को आनन्द देने के लिए वहीटस्टन ने कमरे में एक बड़ी सारङ्गी को टॉग दिया, और वह स्वयं बजने लगी। सङ्गीतज्ञ ने उस सङ्गीत को सुना और यह देखकर कि सङ्गीत-ध्वनि एक ऐसी सारङ्गी से आ रही है, जिसको कमानी से नहीं छुवा जा रहा है, तो वह घर के बाहिर भाग गया और उसमें कभी न घुसा।

इस बाजे में शब्द को ठोस ढण्डे के द्वारा ले जाने का प्रयोग किया गया था और इसी प्रयोग के द्वारा बहुत दूरी तक शब्द को ले जाने के अन्य अनेक प्रयोग किए गए। वहीटस्टन ने एक मन्द श्रावक यन्त्र (Microphone), अथवा धीमी-से-धीमी आवाज़ सुनने के यन्त्र का भी आविष्कार किया। उसको विश्वास था कि एक बातचीत रंक्नेवाला यन्त्र भी बनाया जा सकता है।

शीघ्र ही उसकी रुचि बदलकर टेलीग्राफ में जा लगी और उसकी विशेष ख्याति अब उस आविष्कार के कारण है, जिसको पाँच सुइयोवाला टेलीग्राफ ( Five needle Telegraph ) कहते हैं । तौ भी यह कहा जा सकता है कि शब्द को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने का आविष्कार उसी ने किया था, जिसके कारण भविष्य में टेलीफोन का आविष्कार हुआ ।

### टेलीफोन का सर्व प्रथम निर्माता

इसके बहुत दिनों बाद तक किसी भी वैज्ञानिक ने इस ओर ध्यान नहीं दिया । ४० वर्ष बाद प्राफेसर फिलिप रीस ( Reis ) नामक एक जर्मन वैज्ञानिक ने एक स्थान से दूसरे स्थान तक शब्द को ले जाने के सिद्धान्त का आविष्कार किया, जो विकसित होते-होते अन्त में हमारे वर्तमान टेलीफोन को उत्पन्न कर सका ।

फिलिप का जन्म सन् १८३४ में गेनहौसने

नामके नगर में हुआ था । उसका पिता एक छोटा सा किसान था और रोटी की दूकान करता था । छै वर्ष की अवस्था में फिलिप का अध्यापक पहचान गया कि उसका शिष्य लोकोचर प्रतिभाशाली है । दश वर्ष की अवस्था में फिलिप ने केवल जर्मन भाषा ही नहीं सीख ली, बरन् वह अङ्गरेजी, लेटिन और इटली भाषा की पुस्तकों

को भी अच्छी तरह पढ़ लेता था। गणित और विज्ञान में उसको बहुत अधिक रुचि थी। सोलह वर्ष की अवस्था में उसको व्यापार में प्रवेश करना पड़ा। किन्तु वह अध्यापक बनने की इच्छा से गणित, भौतिक विज्ञान (Physics) और प्राकृतिक इतिहास की कक्षाओं में पढ़ने को अब भी जाना रहा। सन् १८५८ में वह फ्रीड्रिचस्टाफ़ (Friedrichodorfs) में अध्यापक हो गया। वहाँ उसने शब्द के एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाने के सम्बन्ध में अनुसन्धान किया।

अपने अनुसन्धान में उसके मन में यह विचार उत्पन्न हुआ कि शब्द के द्वारा कॅपकपी उत्पन्न किये हुए चक्र अथवा पत्तर से काम लेकर बिजली की करेट का बनाया तथा तोड़ा जावे और इस बनाई तथा तोड़ी हुई करेट से एक दूसरे दूर के वैसे ही चक्र (Disc) में उसी प्रकार कॅपकपी उत्पन्न करके शब्द की उन्ही मौलिक लहरों को फिर उत्पन्न करने का कार्य लिया जावे। पहला पहल इस विचार को चार्ल्स बौरसिउल (Charles Bourseul) नाम के एक फ्राँसीसी ने उपस्थित किया था। किन्तु रीस को भी यह बात स्वयं ही सूझी थी और उसने इसको व्यवहारिक रूप दे भी दिया। उसने प्रथम टेलीफोन का आविष्कार किया।

## एक ही दिन दो आरम्भिक टेलीफोनों को पेटेण्ट

### कराया गया

उसका टेलीफोन आरम्भिक प्रकार का था। एक ३६ गैलन बीयर शराब के पीपे के डाट को अन्दर से खुरच कर खोखला किया गया। इस प्रकार वह एक प्याले के आकार का हो गया। अब उस प्याले को जर्मन लगूचे (Sausage) की खाल के सूराखदार पर्दे से (Diaphragm) ढका गया। इस पर्दे से लैटिनम नाम की सफेद धातु का एक टुकड़ा लगाया गया। जिस समय कॉपते हुए पर्दे के साथ लैटिनम का टुकड़ा उठता था तो बिजली की करेट का सर्कट बनता था और जिस समय वह पर्दा गिरता था, करेट का सर्कट भी टूट जाता था। उसका रिसीवर (सुनने का आला) एक कसोदे की सुई था, जो चारों ओर तार के कॉइल (लच्छे) से घिरा हुआ था। यह गूँजने वाले तरुने के समान एक ब्रेले (Violin) पर रक्खा हुआ था। सुई और तरुने दोनों में ही पर्दे की कम्प के साथ ही साथ रुकने वाली करेट से कम्प उत्पन्न होती था। जिससे उन सबमें वैसे ही आवाज निकलती थी।

बीयर शराब के पीपे का डाट, खाल का एक टुकड़ा, एक मेगनट, तार का एक कॉइल (लच्छा) और एक

कसीदे की सुई से एक बातचीत करने की मशीन बनाई गई। इसकी सहायता से स्वर, अक्षरों की ध्वनियाँ, शोर-गुल और कुछ अंशों तक सङ्गीत भी सुनाई देता था।

यद्यपि रीस ने सङ्गीत और मनुष्य-स्वर को इस टेलीफोन पर से भेजा। किन्तु यह मशीन अक्षरात्मक शब्दों के योग्य नहीं थी। वास्तविक बातचीत करने वाली मशीन का आविष्कार ता इसके पन्द्रह सोलह वर्ष बाद किया गया।

इसके पश्चात् एक प्रसिद्ध बात हुई। अलेक्जेंडर ग्राहम बेल ( Alexander Graham Bell ) और एलिशा ग्रे ( Elsha Grey ) नाम के दो आविष्कारकों ने सफल टेलीफोनो का आविष्कार किया और उनका पेटेण्ट उसी दिन कराया।

अलेक्जेंडर ग्राहम बेल को इन बड़े भारी आविष्कार का यश दिया जाता है। यह जान पड़ता है कि उसका जन्म हो इस काय के लिये हुआ था।

अलेक्जेंडर बेल के पिता पितामह और चाचा सब उच्चारण विद्या के परिण्डन थे। उनको बहरे मनुष्यों की सहायता करने का बड़ा शोक था। बेल का पिता बराबर कोई न कोई ऐना वैज्ञानिक युक्ति ढूँढा करता था, जिससे बहरो का बहरापन दूर किया जा सके। उनके पिता ने एक पुस्तक भी लिखी थी, जिसका नाम 'दृश्य-वाणी' ( Visible Speech ) था, इससे बहरे आदमी 'केवल' होठों से ही पढ़



सकते थे। ग्राहम वेल का जन्म सन् १८४७ में हुआ था। उसने वहाँ अध्ययन करके वार्ज़बर्ग ( Warzburg ) से दर्शन के डाक्टर ( Doctor of Philosophy ) की उपाधि प्राप्त की। अलेक्जेंडर बचपन से ही बहुत बुद्धिमान् थे। वह अपने पिता को इस कार्य में बहुत सहायता दिया करते थे।

### बोलने की मशीन बनाने का प्रयत्न

अब उनके पिता ने उनको और उनके भाई को एक बोलने की मशीन बनाने में परिश्रम करने को कहा। दोनों भाई इस काम में जुट गये। उसके भाई ने फेफड़ों और बोलने की नसों को बनाने का काम अपने हाथ में लिया और ग्राहम ने मुँह और जीभ को बनाना आरम्भ किया।

उसके भाई ने फेफड़ों के लिए धौकनी और रबड़ का एक बहुत अच्छा यन्त्र बनाया। ग्राहम ने मुँह का ढाँचा बनाकर उसमें रबड़ की जीभ डाली और उसको रुई और ऊन की सहायता से मुँह में बिठलाया। गले के कोमल भागों में भी रुई और ऊन भरी गई, उसके पश्चात् जोड़ बनाए गए, जिससे जबड़े और जीभ चल सके।

अब काम पूरा हो गया था। बोलने का यन्त्र पूरा बन चुका था। वह बहुत जोर से रोता-चिल्लाता था। माँ या मामा जैसे शब्द को वह बहुत कुछ निकाल लेता था।

ग्राहम वेल सोलह वर्ष की अवस्था में ही एडिनबरा

में अध्यापक हो गया था। पाँच वर्ष के पश्चात् वह एडिनबरा से २६ वर्ष की अवस्था में लन्दन आया। यहाँ उसको इसी प्रकार के कार्य के सम्बन्ध में एक जर्मन पुस्तक का अनुवाद देखने को मिला, इससे उसके मन में उत्साह हो आया और नए-नए विचार आने लगे। उसने सर चार्ल्स व्हीटस्टन से परामर्श किया, जिन्होंने उसके उत्साह को बहुत कुछ बढ़ाया।

अचानक उसके दो भाइयों का क्षय रोग से देहान्त हो गया और उसको भी क्षय रोग होता जान पड़ने लगा। अतएव उसके पिता उसको अपने साथ कनाडा ले गए। यहाँ कुछ समय तक बहरों को पढ़ाने के पश्चात् उनको बोस्टन विश्वविद्यालय में प्रोफेसरी मिल गई। इस समय वह अपना फुर्सत का पूरा समय प्रयोगों में लगाता रहा। यहाँ उसकी मित्रता थॉम्स सैडर्स से हो गई। ग्राहम बेल उसी मित्र के यहाँ रहने लगा और यहाँ उसने अपनी प्रयोगशाला की नींव डाली। अब उसका अपने प्रयोगों में इतना अधिक जी लगने लगा कि उसने कालेज का पढ़ाना छोड़ दिया। उसने अपने दो शिष्यों जार्ज सैडर्स और मैबेल हुबर्ड नाम की कन्या के अतिरिक्त अवशिष्ट शिष्यों को भी पढ़ाना छोड़ दिया।

. किन्तु इस प्रकार वह अत्यन्त निर्धन हो गया। मैबेल हुबर्ड के पिता ने भी उससे कह दिया कि यदि वह अपने

मूर्खता के प्रयोग इस कन्या को सिखावेगा तो उसको भी छोड़ना पड़ेगा। उसके मित्रों को भी उस पर अश्रद्धा हो गई। अब उसके लिए बड़ी भारी चिंता का समय उपस्थित हुआ। किन्तु इस पूरी निराशा के बीच वह बड़े भारी अमरीकन वैज्ञानिक प्रोफेसर हेनरी से मिला। इस वैज्ञानिक ने स्वीकार किया कि ग्राहम वासन में एक बड़े भारी आविष्कार के मार्ग पर जा रहा है। उसने उसके काम को चलता रखने के लिए रुपये का प्रबन्ध कर दिया। उसको थॉम्स वाटसन नाम का एक सहायक भी दिया गया। इन दोनों ने तीन वर्ष तक बड़ा भारी परिश्रम किया। कभी-कभी ही इनको आशा होती थी। किन्तु प्रायः यह निराशा ही रहते थे।

**विजली के द्वारा आकाश में भेजे हुए प्रथम शब्द**

अचानक २ जून सन् १८ ५ ई० की सफलता प्राप्त हो गई। टेलीफोन के इतिहास में यह दिन स्मरणीय है। इस दिन उसने तार के अन्दर से पहली-पहल शब्द सुना। अब उसको आशा हो गई कि वह ठीक मार्ग पर खोज कर रहा था। उसकी सफलता से साहस पाकर सैडर्स और हुबर्ड ने उसको धन से और भी सहायता की। अब वह अपने काम में और भी जी-जान से जुट गया। कुछ माह के पश्चात् उसने विजली के द्वारा आकाश में प्रथमवार शब्द बोले। उसने अपने सहकारी से कहा, 'कृपाकर यहाँ चले आइये, मुझे तुमसे कुछ काम है।' तब इस आश्चर्य

से चकित होकर उसने अत्यंत विनय के ढङ्ग पर कहा “क्या परमात्मा ने दे डाला ?” १४ फरवरी सन् १८७६ ई० को बेल ने अपने आविष्कार को पेटेण्ट कराया। किन्तु अभी उसकी आपत्तियों का अन्त नहीं हुआ था। उसने टेलीफोन बना लिया था। किन्तु उसकी कोई पर्वाह नहीं करता था। उसने अपने टेलीफोन का फिलाडेल्फिया की प्रदर्शनी में प्रदर्शन किया। किन्तु इससे भी कोई आकर्षित नहीं हुआ। कुछ लोग उसकी ओर बेपरवाही से देख जाते थे और वह इसको एक खिलौना ही समझते थे।

यहाँ तक कि बिजली-विभाग के निर्णायकों (Judges) ने भी इसकी उपेक्षा की। सूर्यास्त के समय वह अत्यंत थके हुए उसके पास आये। यदि ब्राज़िल (Brazil) का सम्राट् प्रेरणा न करता, तो वह चले ही गये थे। सम्राट् ने एकबार सुना था कि बेल गूँगे-बहरो को पढ़ाता है। उसने उससे उसके नवीन आविष्कार के विषय में पूछा।

### टेलीफोन का संसार प्रसिद्ध होना

बेल ने उनके हाथ में रिसीवर देकर कहा, “इसको अपने कान पर लगाओ।” अब वह तार के दूसरे किनारे पर चला गया और ट्रांसमिटर (टेलीफोन के बोलने के यन्त्र) के अन्दर से बोलने लगा। सम्राट् ने निर्णायकों की ओर देखा। रिसीवर उसके हाथ से छूट पड़ा। वह,

केवल यही कह सका, 'यह तो बात करता है।' और दूसरे ही दिन ग्राहम बेल संसार-भर में प्रसिद्ध हो गया।

संसार को आश्चर्य में डालने वाला बेल का टेलीफोन रीस के टेलीफोन से भिन्न प्रकार का ही था। बेल के टेलीफोन में शब्द की लहरों के साथ कॉपने वाला ट्रॉसमिटर में का चक्कर बिजली के घेरे ( सर्कट ) को नहीं तोड़ता था, किन्तु मैग्नेट को शक्ति की रेखाओं को काटता था, जिससे मैग्नेट के चारों ओर लिपटे हुए तार के कॉइल ( लच्छे ) में करंट उत्पन्न होती थी। यह करंट ठीक चक्कर के कम्प के जैसी होती थी। अब करंट टेलीफोन के तार में से चलकर उसके दूसरे किनारे पर रिसेवर में जाती थी, और सारी प्रक्रिया ( Process ) लौट जाती थी—अर्थात् मैग्नेट के चारों ओर के कॉइल ( लच्छे ) में करंट जाती थी। जिससे उसकी चुम्बक शक्ति ( मैग्नेटिज्म ) के परिवर्तन ग्राहक में के ( रिसेवर में के ) चक्कर को इस प्रकार हिलाते थे, जिस प्रकार ट्रॉसमिटर का चक्कर हिलाता था। इस प्रकार एक ओर से फेकी हुई शब्द की लहरें चक्कर ( Disc ) पर फेकी जाती थीं, जहाँ वह बिजली की लहर बन जाती थी और फिर वह दूसरे चक्कर ( Disc ) को प्रकम्पित करती थीं, जिससे फिर शब्द की लहरें उत्पन्न हो जाती थीं। इस प्रकार अपने प्रकम्प से शब्द ही करंट को उत्पन्न करता था। बैटरी की सहायता की इसमें आवश्यकता नहीं थी।

## टेलीफोन को बाद में बनाने वाला एलिसाग्रे

इस स्थल पर दो प्रसिद्ध अमरीकन वैज्ञानिकों का उल्लेख करना भी आवश्यक है। उनमें से एक का नाम रायल हाउस और दूसरे का एलिसाग्रे था। हाउस ने बेल से पहिले ही एलेक्ट्रोफोनेटिक टेलीग्राफ ( Electro pho-netic Telegraph ) का आविष्कार किया था। वह भी टेलीफोन की ही तरह काम करता था। उसकी निर्माण-पद्धति भी प्रायः बेल के ही यन्त्र के समान थी। किन्तु हाउस ने स्वप्न में भी इस यन्त्र के विश्वव्यापी प्रयोग की बात न सोची थी।

ग्रे अमरीका में सन् १८३५ ई० में उत्पन्न हुआ था। ओवरलिन कालेज में शिक्षा प्राप्त करते समय वह अपनी आजीविका बढ़ाई के काम से किया करता था। उसने अपना पहिला पेटेण्ट सन् १८६७ में कराया था। कुल मिलाकर उसने लगभग ५० पेटेण्ट कराये। १४ फरवरी सन् १८७६ को बेल के अपना पेटेण्ट रजिस्ट्री कराने के कुछ घण्टों के पश्चात् उसने भी अपने टेलीफोन के नमूने पेटेण्ट कराये। उसने बाद में बेल पर पेटेण्ट के हक का दावा किया। किन्तु सुप्रीम कोर्ट ने बेल के अधिकार को ही स्वीकार किया और ग्रे का कार्य कम प्रसिद्ध हो पाया। इस प्रकार बेल को धन और ख्याति—दोनों की ही प्राप्ति हुई।

ग्रे का टेलीफोन भी बेल जैसा ही था। अन्तर

केवल इतना था कि कॅपकॅपा होने वाले पर्दे के द्वारा उत्पन्न हुई करेंट बैटरी की लगातार आने वाली करेंट के द्वारा बढ़ती रहती थी।

एडीसन के द्वारा उन्नति किये हुए वर्तमान टेलीफोन में एक लगातार आने वाली करेंट से भी काम लिया जाता है। अतएव एक प्रकार से टेलीफोन का आविष्कारक कहलाने का, ग्रे की अपेक्षा बेल को कम, श्रेय मिलना चाहिये।

किन्तु वर्तमान टेलीफोन का नमूना है, जिससे ग्रे अथवा बेल, किसी ने काम नहीं लिया। उसमें माइक्रोफोन (मन्द-श्रावक-यन्त्र) नाम का एक कारबन का ट्रांसमिटर (शब्द वाहक) है। यह करेंट को शासन में रखता है और शब्दों के आने जाने में इसका अत्यन्त महत्वपूर्ण स्थान है।

### बेल की सफलता का रहस्य

बेल ने जा यन्त्र तय्यार किये थे, उनमें अत्यन्त साधारण वस्तुओं का भी उपयोग किया गया था। उनकी प्रयोगशाला भी अत्यन्त साधारण श्रेणी की थी। उसे बिजली की बहुत-सी आवश्यक बातों का भी ज्ञान नहीं था। इसीलिये अमरीका के प्रमुख विद्युत-विशारद मोजेज फारमर ने कहा था—“यदि बेल को बिजली के सिद्धान्तों का समुचित ज्ञान होता, तो वह कभी भी टेलीफोन का आविष्कार नहीं कर पाता।” मोजेज फारमर का यह कथन सिर्फ बेल पर ही लागू नहीं है, प्रत्युत विद्युत सम्बन्धी जितने भी आविष्कार हुए

हैं, उन सब के लिए ऐसा ही कहा जा सकता है। फरेडे से लेकर लार्ड कोलबिन और थामस एल्वा एडीसन तक जितने भी बड़े-बड़े विद्युत्-विज्ञान के आविष्कारक हुए हैं, सब-के-सब प्रारम्भ में शौकिया प्रयोग ही किया करते थे। वह पेशेवर वैज्ञानिक नहीं थे। टेलीफोन के आविष्कार से तत्कालीन योरोप और अमेरिका में एक तहलका सा मच गया। केवल टेलीफोन यन्त्र को देखने के लिये-ही बहुत-से लोग लम्बी-लम्बी यात्रा कर प्रदर्शनियों में अमेरिका गए। इस यन्त्र को देखकर उनके आश्चर्य का ठिकाना नहीं रहा। इसके परिणाम-स्वरूप अलेक्जेंडर ग्रेहम बेल का नाम संसार भर में प्रसिद्ध हो गया। उस समय यह आविष्कार केवल प्रायोगिक अवस्था में ही था। पेटेन्ट कराने के कोई दो वर्ष बाद इसको एक स्वतन्त्र कम्पनी स्थापित हुई। इसके पूर्व बेल अपने यन्त्र के सर्वाधिकार को बेच देना ही चाहते थे, परन्तु कोई काफी मूल्य न दे सका। अतः इस विचार में वह असफल ही रहे।

अगस्त सन् १८७७ ई० में हुबर्ड, सैडर्स, वाट्सन और बेल ने मिलकर टेलीफोन ऐम्प्लिफिकेशन की स्थापना की। बहुत थोड़ी लागत पर कार्यारम्भ हुआ था, परन्तु शीघ्र ही कम्पनी के हिस्से का मूल्य बढ़कर प्रति शेयर ४०० डालर तक हो गया और कम्पनी का कार्य अच्छी तरह चलने लगा। बेल के जीवन-काल में ही संसार के



कोने-कोने में टेलीफोन यन्त्र का प्रचार होगया ।

सन् १८७७ में बेल के प्रतिनेधि ने इंग्लैण्ड की सरकार से टेलीफोन यन्त्र का सार्वजनिक प्रदर्शन करने की आज्ञा माँगी, परन्तु उनकी यह प्रार्थना स्वीकार नहीं की गई ।

### बेल का अन्तिम जीवन

इस सफलता के पश्चात् बेल का विवाह पूर्वोक्त कुमारी हुबर्ड के साथ होगया और वह अपने जीवन को कनाडा में सुख से व्यतीत करता हुआ ४ अगस्त सन् १९२२ ई० को मर गया । इसके प्रति सम्मान प्रगट करने के लिये अमरीका और कनाडा के १ करोड़ ७० लाख टेलीफोन यन्त्र एक मिनट के लिए बन्द कर दिये उसने अपने जीवन-काल में ही नोवास्कोटिया में हैलीफेक्स के समीप एक पर्वत पर ग्रीष्म-निवास बनवाया था । उसकी अन्तिम इच्छा के अनुसार उसके शव का इस पर्वत पर ही दफनाया गया ।

### कार्बन माइक्रोफोन

कार्बन के माइक्रोफोन में बिल्कुल ही नये सिद्धान्त से काम लिया गया है । यह कहना अत्यन्त कठिन है कि इस के आविष्कार का श्रेय किसको दिया जाना चाहिये । इसका श्रेय प्रायः डेविड एडवर्ड ह्यूग्स् को दिया जाता है । किन्तु

ऐसा जान पड़ता है कि फ्रांस निवासी चार्ल्स बौरसिउल ( Charles Bourseul ) ने यह पहली पहल सुझाया था कि बिजली का सर्कट बनाने और तोड़ने तथा दूर के चक्कर को एक सी कॅपकॅपी में डालने के लिए एक कॅपकॅपी करता हुआ चक्कर काम में लिया जा सकता है। इसी प्रकार डू मौकेल (Du monkel) नाम के दूसरे फ्रांसीसी ने पहिली-पहिल इस सिद्धान्त की व्याख्या की थी कि परस्पर सम्बन्धित दो प्रवाहकों ( Conductors ) के दबाव ( Pressure ) के बढ़ जाने से उनका प्रवाहकपन भी बढ़ जाता है। इसी सिद्धान्त के आधार पर ह्यूगस् ने अपने माइक्रोफोन के ट्रान्समिटर ( टेलीफोन में शब्द ले जाने वाले यन्त्र ) को बनाया था। ह्यूगस् ने ही इस सिद्धान्त का पहिली पहल प्रयोग नहीं किया। क्योंकि उससे पहिले फ्रांस के टेलीग्राफ विभाग के एम० क्लेराक (M Clerak) ने इस सिद्धान्त से टेलीग्राफ-विद्या में काम लिया था। उसने फिर अपने यन्त्रों को टेलीफोन के आविष्कार से भी पूर्व ह्यूगस् को दे दिया था। सन् १८७७ में एडीसन ने एक ऐसे ट्रान्समिटर का आविष्कार किया, जो एककार्बन के बटन के आश्रित था। यह बटन ट्रान्समिटर के चक्कर के अनेक प्रकार की दाब के सामने खुला रहता था। इस प्रकार वह ठीक समय और परिमाण पर करंट को कॅपकॅपी में परिवर्तित कर देता है।

प्रत्येक विषय की क्रमिक उन्नति के ठीक-ठीक इति-  
हास को देना अत्यन्त कठिन है। हम केवल यही जानते  
हैं कि ह्यूग्स ने अपने माइक्रोफोन अथवा कार्बन ट्रान्स-  
मिटर का आविष्कार सन् १८७८ में किया। हमारे वर्त-  
मान ट्रान्समिटर को भी उसने उसी समय अपने आवि-  
ष्कार से उन्नति करके बनाया था। ह्यूग्स का बनाया हुआ  
प्रथम माइक्रोफोन इतना अधिक ग्राहक था कि उसके द्वारा  
यन्त्र पर उड़नेवाली मक्खी तक का शब्द सुनाई दे जाता  
था। वह केवल कार्बन की एक पेन्सिल थी, जो कार्बन के  
दो लट्टो के सहारे लगी हुई थी। वह बैटरी के अन्दर से  
जुड़कर टेलीफोन के सुनने के यन्त्र (Ear piece) से लगी  
हुई थी। इससे ट्रान्समिटर यन्त्र का काम लिया जाता था।

आजकल प्रायः उपयोग में आनेवाला माइक्रोफोन  
अधिकतर उस कॅपकॅपी पर निर्भर है, जो दो पॉलिशदार  
कार्बन के चक्करो में रखे हुए कार्बन के छोटेछोटे दानो  
के दबाव के कारण होता है। मुँह से बोलने के यन्त्र  
(Mouth piece) के पीछे ऐल्यूमीनियम का एक हल्का  
चक्कर लगा हाता है। इन चक्करो का अग्रभाग ऐल्यूमीनियम  
के उस चक्कर में लगा होता है, जो मुँह से बोलने के आले  
(mouth piece) के पीछे लगा होता है। जब हम  
टेलीफोन के अन्दर बातचीत करते हैं, तो इस ऐल्यूमीनि-  
यम के चक्कर में हमारी आवाज़ के शब्दों की लहरों से

कॅपकॅपी उत्पन्न होती है। कार्बन का पीछे का चक्कर मजबूती से लगा होता है। अतएव जिस समय पर्दे के हिलने से सामने के चक्कर में कॅपकॅपी पैदा होती है, तो छोटे-छोटे दानों में लगातार आन्दोलन ( Agitation ) होता है, अथवा वह दबते जाते हैं और उनमें अनेक प्रकार की बाधा ( Resistance ) उत्पन्न होती है। बैटरी के अन्दर से एक कर्कट दानों (Granules) में से आकर टेलीफोन की लाइन में जाती है, जहाँ वह संवाद प्राप्त करने के उस ग्राहक आले में जाती है, जो बोलनेवाले के शब्दों को दोबारा निकालता है।

### ह्यूग्स की जीवनी के कुछ संस्मरण

टेलीफोन के विकास में भाग लेनेवाले बहुत-से व्यक्तियों में ह्यूग्स अत्यन्त प्रतिभाशाली था और उसको सदा नये-नये आविष्कार सूझा करते थे। वह सन् १८३१ में लंदन में पैदा हुआ था। किन्तु उसकी सात वर्ष की अवस्था में ही उसका कुटुम्ब वर्जीनिया ( Virginia ) को चला गया था, और उसकी शिक्षा केंटुकी ( Kentucky ) में हुई थी। उसने शीघ्र ही अपनी संगीत-सम्बन्धी प्रतिभा का परिचय दिया और १९ वर्ष की आयु में वह अपने ही कॉलेज में संगीत का प्रोफेसर होगया। किन्तु उसकी विज्ञान में भी इतनी अधिक रुचि थी कि उसने प्राकृतिक दर्शन ( Natural Philosophy ) पढ़ाने का काम भी ले

लिया। सन् १८५३ में उसने प्रोफेसरी भी छोड़ दी और अपना पूरा समय टाइप से छापनेवाले तार को पूर्ण करने में लगाने लगा। इस यन्त्र को उसने सन् १८५५ में पेटेंट कराया और शीघ्र ही उसका विश्व-भर में प्रचार होगया। सन् १८७७ में वह इंगलैण्ड में बस गया और अगले वर्ष उसने अपने कार्बन के माइक्रोफोन को पेटेंट कराया। उस दिन से सन् १९०० में अपनी मृत्यु होने तक वह लगातार आविष्कार में लगा रहा। उसी ने बतार के टेलीफोन-द्वारा बातचीत करने की सम्भावना का स्वप्न देखा था। उसी ने हीनरिच हर्ट (Heinrich Hertz) को बिजली की लहरों का आविष्कार करने और प्रोफेसर ब्रैन्ली को उस काहीयरर (Coherer) यन्त्र का आविष्कार करने को कहा था, जो बतार की लहरों को पकड़ने में अत्यन्त ग्राही है।

### टेलीफोन में और उन्नति की जा सकती है

टेलीफोन से आविष्कर्ता ह्यूग्स के पश्चात् एडीसन आया। टेलीफोन का वर्तमान रूप उसी की प्रखर प्रतिभा का परिणाम है। उसने उपपादक लच्छे अथवा इंडक्शन कोइल (Induction Coil) लगाकर (इससे पूर्व इस चमूने से एलिस ग्रे भी काम ले चुका था।) दूर-दूर तक टेलीफोन करने की समस्या को भी सुलझा दिया।

टेलीफोन कितना ही आश्चर्यजनक क्यों न हो, यह नहीं कहा जा सकता कि यह अन्तिम रूप तक पूर्ण हो गया। उर्वर मस्तिष्कवाले आविष्कार किया ही करते हैं। किसी दिन इसमें वर्तमान रूप से भी बहुत अधिक उन्नति की जा सकती है।



## सोलहवाँ अध्याय



### टेलीफोन-एक्सचेंज

टेलीफोन के आश्चर्य, उसकी कार्य-प्रणाली और उसके आविष्कार के इतिहास के विषय में विचार किया जा चुका। अब थोड़ा टेलीफोन के दफ्तर ( Telephone Exchange ) की कार्य-प्रणाली पर विचार किया जाता है।

टेलीफोन-एक्सचेंज के आश्चर्यों की अपेक्षा स्वयं टेलीफोन-यन्त्र बहुत ही सरल होते हैं।

टेलीफोन का दफ्तर एक बड़ा लम्बा कमरा होता है, जिसमें लम्बो-लम्बो बेञ्चों पर सीधे पैनल-शृङ्खला लगी होती है, जो छोटे-छोटे बटनों-जैसे दिखलाई देते हैं। वहाँ रंगी हुई रस्सियों में पीतल के बहुत से ग्लूग लगे होते हैं, जिन पर बहुत से ऑपरेटर ( काम करनेवाले ) बराबर-बराबर बैठे रहते हैं। प्रत्येक स्विचबोर्ड एक सीधे तंग पियानों-जैसा दिखलाई देता है। इन स्विचबोर्डों के पीछे

अनेक तार लगे होते हैं। वह ग्राहको ( टेलीफोनवाले व्यक्तियों ) की लाइन होती है। प्रत्येक लाइन के अन्त में धातु का एक छेददार खाना लगा होता है, जिसे सॉकेट अथवा जैक कहते हैं। प्रत्येक पैनल में प्रायः १२५ साकेट लगे होते हैं।

जिसको की-बोर्ड ( Key Board ) कहते हैं, वह बिजली के तारवाली लचकदार रस्सियाँ होती हैं। उनमें से प्रत्येक के किनारे पर धातु के छोटे-छोटे सग लगे होते हैं। इनको जैको में लगाया और निकाला जा सकता है। इनके लगाने से ग्राहक ( व्यक्ति ) के यहाँ टेलीफोन का सम्बन्ध बना रहता है और निकाल लेने से सम्बन्ध टूट जाता है। जब किसी जैक में से सग को निकाला जाता है, तो वह फिर अपने छोटे-से घर में जा पड़ता है। प्रत्येक लाइन में उसका उत्तर देने का जैक होता है, और प्रत्येक रेखा में बहुत-से प्रगुणित अथवा 'मल्टिपल जैक' ( Multiple Jack ) होते हैं। यह दूसरे ऐसे ग्राहको ( व्यक्तियों ) से जोड़ने के लिए होते हैं, जिसकी लाइन एक्सचेंज में किसी भी स्विच-बोर्ड पर समाप्त हो जावे। प्रत्येक जैक के ऊपर एक बिजली की बत्ती लगी होती है, जो किसी व्यक्ति के टेलीफोन पर गलतने की चला चली है।



रिसीवर ( सुनने का आला ) दो कॉटेवाले धातु के एक ऐसे टुकड़े पर रखा होता है, जो ऊपर और नीचे को हो सकता है और जिसको फोर्क कहते हैं। जब तक रिसीवर उस पर रखा रहता है, उसके बोझ से फोर्क नीचे को दबा रहता है। किन्तु रिसीवर के उठते ही फोर्क भी स्प्रिङ्ग के द्वारा ऊपर को उठ आता है। फोर्क के उठते ही बिजली का एक सर्कट बन्द हो जाता है और एक करेण्ट टेली-फोन के तार में से एक्सचेञ्ज अथवा विनिमय-दफ्तर में छोड़ दी जाती है। उस समय वहाँ पूर्वोक्त छोटी-सी बिजली जल जाती है, जिसमें ऑपरेटर को पता लग जाता है कि अमुक ग्राहक टेलीफोन पर किसी से बातचीत करना चाहता है। इस प्रकार टेलीफोन के प्रत्येक ग्राहक ( व्यक्ति ) के तार पर बिजली की एक बत्ती एक्सचेञ्ज में लगी होती है, जो उसके किसी दूसरे ग्राहक से बातचीत करने की इच्छा होते ही जल जाती है।

जिस समय किसी दूसरे से टेलीफोन-द्वारा बातचीत करनी होती है तो टेलीफोन का रिसीवर उठाते ही एक्सचेञ्ज में उसकी बत्ती जल जाती है, ऑपरेटर यदि लाइन साफ हो ( कोई बात न कर रहा हो ) तो एक लचीली रस्सी को ऊपर के जैक में लगा देता है—यह रस्सी बुलानेवाले का सिरा होती है। उसका दूसरा किनारा उस मल्टिप्लि-जैक में लगाया जाता है, जिससे ग्राहक

वात करना चाहता है। तब दोनो के यन्त्रों का सर्कैट पूरा हो जाता है। दोनो के तारो को जोड़ने के पूर्व ऑपरेटर जैक की धातु की आस्तीन को प्लग के किनारे से छूकर देखता है कि लाइन खाली है अथवा नहीं। यदि लाइन काम में होती है, तो उसको आवाज आजाती है, और वह बुलानेवाले से कह देता है कि नम्बर खाली नहीं है।

अपने एक्सजेञ्ज (दफ्तर) की अपेक्षा दूसरे एक्स-चेञ्ज (नगर के दफ्तर) वाले से बातचीत करना इतना सुगम नहीं है। यदि कोई देहली का ग्राहक किसी बम्बई-वाले से बातचीत करना चाहे, तो वह अपने टेलीफोन के रिसीवर को ऊपर उठाकर सुनता है। देहली के एक्सचेञ्ज में छोटी बत्ती जल जाती है और तब ऑपरेटर को कहा जाता है कि बम्बई में अमुक नम्बरवाले से बात करनी है। सभी एक्सजेञ्ज आपस में आर्डर वायर (Order wires) से जुड़े होते हैं। अब देहली का ऑपरेटर 'आर्डर वायर' के द्वारा बम्बई के ऑपरेटर को उक्त नम्बर से बातचीत करा देने को कहता है, तो बम्बई का ऑपरेटर भी पहले यह देखता है कि अभिलिखित बम्बई नम्बर की लाइन खाली है अथवा नहीं। यदि वह खाली होता है, तो वह उसको दिल्ली के ऑपरेटर की लाइन से मिला देता है। यदि बम्बई के ग्राहक की लाइन खाली है और इसकी लाइन - दिल्लीवाली लाइन में मिल जाती है, तो बम्बई के ग्राहक

के यहाँ स्वयं ही घण्टी बजने लगती है, क्योंकि एक छोटा बिजली का यन्त्र बम्बई के ग्राहक के टेलीफोन की घण्टी को बजाता है। यदि लाइन खाली नहीं होती, तो हमको उसका पता भी स्वयं ही लग जाता है।

जब बातचीत समाप्त हो जाती है और दोनो ग्राहक अपने-अपने रिसीवर को टेलीफोन में टाँग देते हैं, तो पहिले एक्सचेंज में एक बिजली की बत्ती जल जाती है। तब ऑपरेटर जैक में से रस्सी को खींच लेता है। रस्सी ठीक तौर से अपने स्थान पर चली जाती है और वार्तालाप समाप्त हो जाता है।

### स्विच बोर्ड के पीछे के तारों का गोरख-धन्धा

एक्सचेंज के प्रत्येक ऑपरेटर को कुछ विशेष संख्या के ग्राहकों को देखना पड़ता है। एक-एक ऑपरेटर के पास ८० से लगाकर १२५ तक ग्राहक होते हैं। बड़े एक्सचेंज में दस सहस्र के लगभग ग्राहक होते हैं, जिनमें ८० से लगाकर १०० ऑपरेटरों तक को एक साथ बैठकर काम करना होता है। पाश्चात्य देशों में ऑपरेटर के कार्य को प्रायः स्त्रियाँ करती हैं। तो भी वहाँ तारों का इतना बड़ा गोरखधन्धा होते हुए भी उस कमरे के अन्दर घुसनेवाले को एक भी तार दिखलाई नहीं देता।

टेलीफोन के एक्सचेंज में प्रत्येक कार्य को इतनी शॉति पूर्वक होते देखकर अत्यन्त आश्चर्य होता है। वहाँ किसी ~

अकार का शब्द तक नहीं होता। यद्यपि छोटी-छोटी बत्तियाँ स्विचबोर्ड पर दिन-भर जलती और बुझती रहती हैं, किंतु वहाँ इतनी शान्ति रहती है कि फर्श पर पिन गिरने का शब्द भी सुनाई दे जाता है।

यदि कोई बुरे स्वभाव वाला व्यक्ति टेलीफोन करता है, तो वह देर होने पर बुरी तरह चिल्लाता है। वह बार-बार कहता कि 'बैठे क्या कर रहे हो', उसको यह पता ही नहीं रहता कि एक्सचेञ्ज के कई सहस्र तारों में एक नम्बर को शीघ्रता से मिलाना कितना कठिन होता है। एक्सचेञ्ज में ऐसे व्यक्ति को किकर ( A Kicker ) अथवा ठोकर मारने वाला कहा जाता है। टेलीफोन के कार्य का गुह्यत्व की उसकी अज्ञानता पर उसकी अच्छी हँसी उड़ाई जाती है। ऐसे व्यक्ति तार-घर की खिड़की की भीड़ को देखकर वहाँ घण्टो खड़े रहकर भी शिकायत नहीं करते। किन्तु टेलीफोन के तार, एक्सचेञ्ज और टेलीफोन-क्लर्क को न देखने के कारण उनको इस बात की कल्पना भी नहीं हाती कि एक्सचेञ्ज में प्रत्येक व्यक्ति अपने-अपने कार्य में कितना लगा रहता है।

### टेलीफोन-द्वारा समुद्र-पार बातचीत करना

टेलीफोन-द्वारा हम काफी दूरी तक बातचीत कर सकते हैं। पेरिस से ८०० मील दूर बर्लिन, न्यूयार्क से चिकागो और दिल्ली से भी भारत के सभी प्रधान-प्रधान

नगरों से बातचीत कर सकते हैं। किन्तु जहाँ टेलीफोन के मार्ग में समुद्र आता है।' वहाँ बातचीत करना इतना सुगम नहीं होता।

लंदन से पेरिस को बातचीत करने के लिए बीच की 'चैनल' में टेलीफोन की करेट के तार डालने पड़े थे।

समुद्री तार एक रबर के बड़े लम्बे मोझे बुनने के नलके जैसा होता है। यदि एक रबर के लम्बे नल में पानी भरा जावे, तो नल थोड़ा-थाड़ा करके फूलने लगेगा और जब तक काफी पानी भर जाने पर वह बिल्कुल कड़ा न हो जावेगा, उसका दूसरा किनारा स्वयं न उठेगा। समुद्री तार भी इस फूलने वाले मोझे के नलके जैसा ही होता है। उसके अन्दर करेट जाने में कुछ देर अवश्य लगती है और इसी कारण आवाज के दूसरी ओर जाने में बाधा पड़ती है, क्योंकि शब्द के द्वारा उत्पन्न हुई कंपकपी हज़ारों सेकेंड तक दौड़ती रहती है।

कुछ मोल का ही समुद्री तार सैकड़ों मील के स्थल के तार के बराबर होता है। इस बात की बहुत कुछ सम्भावना है कि समुद्र पार बातचीत करने में प्रायः बेतार के टेलीफोन से ही काम लिया जावेगा।

**टेलीफोन के मन्दे शब्दों को बलवान करना**

लंदन से पेरिस और ब्रूसेल्स से अत्यन्त स्पष्टता से बात की जा सकती है। किन्तु अपने वर्तमान ज्ञान के बल

पर लंदन से न्यूयार्क तक बात चीत नहीं की जा सकती, स्थल की लाइनों पर बड़ी-बड़ी दूरी को अत्यन्त प्रसिद्ध पुनः शक्तिदान प्रणाली ( Relay System ) से जीत लिया गया है। यह बहुत कुछ टेलीग्राफ रिपीटर ( Repeater ) अथवा तार समाचार को दोबारा बोलने वाले के समान हांती है। यह संवाद को उसके निर्बल पडने पर पकड़कर उसमें नई शक्ति भर देती है, जिससे फिर वह अत्यन्त स्पष्ट रूप से सुनाई देता है।

टेलीग्राफो के समान ही टेलीफोन में भी एक ही तार में अनेक सन्देश किसी भी दिशा में दिये जा सकते हैं। एक ही समय एक तार से टेलीग्राफ और टेलीफोन देने का काम लेने को आश्चर्यजनक प्राणियों का आविष्कार भी हो चुका है। टेलीग्राफ की करेण्ट टेलीफोन के पृथ्वी के नीचे दबे हुए दोनों तार में एक दिशा में ही भेजी जाती हैं। इस प्रकार बातचीत में बिना बाधा पहुँचाए हुए टेलीग्राफ की करेण्ट टेलीफोन में के तार में से जा सकती हैं। यह भी सम्भव है कि टेलीफोन के तार में बातचीत भी होती रहे और साथ-ही-साथ कई-कई तार भी चले जावें।

यह देखा जा चुका है कि टेलीफोन के आविष्कार के पश्चात् सभी प्रकार के आविष्कार हुए। जैसे—समाचारों का स्वयं छप जाना, भेजने में आश्चर्यजनक शीघ्रता आदि, इसी प्रकार टेलीफोन के आविष्कार के बाद भी बड़े-बड़े

मनोहर आविष्कार हुए। टेलीफोन की लम्बी लम्बी ट्रंक लाइन, जिन पर सहस्रो मील पर सन्देश सुने जा सकते हैं, प्रयोग में बहुत महँगी पड़ती हैं। अतएव सम्भवतः इसी कारण आविष्कारको ने फोनोग्राफजैसे यन्त्र का आविष्कार किया। इसके द्वारा सन्देश को लेकर उसको बन्द करके सुरक्षित रख लेते हैं। और उस के सुनने वाले को वह चाहे जब सुना देते हैं।

### टेलीफोन सन्देश को सुरक्षित रखकर चाहे जब सुना देता है

यह आविष्कार पौलसेन (Poulsen) नाम के एक डेनमार्क के इंजीनियर ने किया था। उसने पता लगाया कि यदि एक लांहे के तार को टेलीफोन के मैग्नेट के पास से उरा समय धीरे से चलाया जावे, कि जिस समय कोई बात कर रहा हो तो वह टेलीफोन की बिजली के धक्के को भी जाता है। और यदि ऐसे तार को उसी प्रकार के द्वारा आवाज बनाने वाले पत्र के सामने से दौड़ाया जाये तो वह एकत्रित किये हुये शब्द ग्रामोफोन के समान फिर दुहराये जाते थे।

इस प्रकार एक मनुष्य किसी ऐसे दूसरे, आदमी के लिए, जो टेलीफोन पर पर बुलाये जाने पर घर नहीं मिलता— अपना सन्देश छोड़ सकता है। टेलीफोन का रिसीवर

अपने हिलते हुये तार पर उसका सन्देश ले लेगा । और जब अनुपास्थित ग्राहक वापिस आवे वह एक लोवर ( चाबी ) को दबा कर, और दुबारा सुनने वाले यंत्र ( Reproducer ) के अन्दर तार को चलावे ता वह एक घन्टा पूर्व दिये हुये अपने मित्र के सन्देश को सुन लेगा ।

इस आविष्कार के सम्बन्ध मे भविष्य के लिये अत्यन्त उत्सुकता से देखा जा रहा है । क्योंकि यद्यपि इसमे बहुत उन्नति हो गई है किन्तु अभी दैनिक टेलीफोन पर नहीं लगाया जा सकता है ।

### ऑटोमेटिक टेलीफोन

एक्सचेंज को नम्बर मिलाने को कहने मे और एक्सचेंज के नम्बर मिलाने मे काफ़ी समय लगा करता था । अतः इस दिक्कत को दूर करने के लिये ऑटोमेटिक टेलीफोन का आविष्कार किया गया । इस यन्त्र के द्वारा टेलीफोन आपरेटर की सहायता के बिना ही हम चाहे जिस ग्राहक से स्वयं ही नम्बर मिलाकर बातचीत कर सकते हैं । यह सब सम्बन्ध बिजली के जादू से होते हैं ।

ऑटोमेटिक टेलीफोन विद्युत्संसार मे सबसे पिछला और सबसे नवीन आश्चर्य है, किन्तु इसका विचार एक दम नवीन नहीं है । उन्नीसवीं शताब्दी के समाप्त होने से पहले ही ग्लासगो के मिस्टर डी० सिंक्लेयर ( D Sinclair ) ने इसके बनने की सम्भावना बतलाई थी । वह



टेलीफोन के सबसे प्राचीन एञ्जीनियरों में से एक थे। उन्होंने इस समस्या को हल करने के अनेक प्रयत्न किए थे।

जिस सिद्धान्त पर यह ओटोमेटिक टेलोफोन काम करते हैं, वह भी लगभग वही है। प्रत्येक ग्राहक की लाइन एक स्विचबोर्ड तक जाती है, जहाँ वह वृत्तों के चारों ओर लगी होती है। किसी से नम्बर मिलानेवाला ग्राहक अपनी अँगुली को चलाता है। यह सम्बन्ध के वृत्तों के चारों ओर तब तक घूमती है कि वह एक विशेष वृत्त को छू देती है।

टेलीफोन का इस समय का प्रसिद्ध नमूना एक डायल ( Dial ) होता है, जो मामूली प्रत्येक टेलीफोन में लगा होता है। इस डायल पर १ से लगाकर १० तक के अङ्क पड़े होते हैं। इन सब अङ्कों के ऊपर अँगुली जाने योग्य धातु के छेद होते हैं। यदि किसी को ६५२ नम्बर साहित्य मण्डल से टेलीफोन पर बात करनी है तो वह पहिले ६ नम्बर में अपनी अँगुली डालकर यहाँ तक घुमावेगा कि उसकी अँगुली के साथ घुमनेवाला डायल आगे न घूम सके। फिर वह उसमें से अँगुली निकालकर ५ के छेद में डालेगा और उसको भी इसी प्रकार घुमावेगा। इसी प्रकार वह ५ और २ नम्बर के छेदों में भी अँगुली डाल-डालकर उनको घुमावेगा।

ओटोमेटिक एक्सचेञ्ज अथवा जिसको मैकैनिकल सीलेक्टर ( Mechanical Selector ) भी कहते हैं। अंगुलियों की यह क्रियाएँ वह प्रभाव दिखलाती हैं कि अपना अभिलिखित नम्बर स्वयं मिल जाता है। इस सारे कार्य में मनुष्य का हाथ बिल्कुल नहीं लगता। बिजली की शक्ति इन जड़ वस्तुओं में भी जान डालकर इनसे जीवित व्यक्तियों के जैसा कार्य करा लेती है।

### टेलीफोन की संसार में स्थापना

सन् १८७७ ई० में न्यूयार्क में सार्वजनिक टेलीफोन एक्सचेञ्ज की स्थापना हुई। संसार में सार्वजनिक टेलीफोन एक्सचेञ्ज सबसे पहिला यहीं था। इसके ठीक एक वर्ष बाद थोड़े-थोड़े समय के अन्तर से, १८८१ तक मैचेस्टर, ग्लासगो, पेरिस और बर्लिन आदि मुख्य नगरों में टेलीफोन एक्सचेञ्ज स्थापित हुए।

इङ्ग्लैण्ड में १८७० में टेलीफोन का प्रवेश हो गया था, किन्तु यहाँ इसकी उन्नति बड़े धीरे-धीरे हुई। सन् १८९२ में पोस्ट-ऑफिस ने ट्रिप्ल-लाइन का प्रबन्ध अपने हाथ में लिया, सन् १८९० में तो इङ्ग्लैण्ड के सब टेलीफोन एक्सचेञ्ज पोस्ट-ऑफिस को सौंप दिए गए। महा-युद्ध के समय कुल इङ्ग्लैण्ड में २० लाख टेलीफोन सम्बन्ध थे।

## टेलीफोन द्वारा अन्तर्राष्ट्रीय बातचीत

सन् १८६१ में इङ्गलैण्ड और पेरिस में फोन द्वारा बातचीत करने का प्रबन्ध हुआ। १८१४ में स्विट्जरलैण्ड से और १८२२ में हॉलैंड से भी प्रबन्ध हो गया। १८२३ से सभी देशों में टेलीफोन द्वारा बातचीत करने के लिए एक अन्तर्राष्ट्रीय कमेटी बनाई गई। अब तो योरोप और ग्रेटब्रिटेन के सभी विभिन्न देशों और प्रान्तों में बातचीत की जा सकती है।

दक्षिण अमरीका में भी टेलीफोन का प्रबन्ध बढ़ता जा रहा है। प्रिन्स आफ वेल्स की दक्षिण अमरीका की यात्रा से वहाँ टेलीफोन का महत्व बहुत बढ़ गया है। उन्होंने सोटेयागो से ७००० मील की दूरी पर लन्दन स्थित बकिंघम राजभवन से सम्राट् और साम्राज्ञी से बातचीत करके वहाँ की जनता को आश्चर्य में डाल दिया था। अब तो वहाँ बहुत ज्यादा टेलीफोन लग गए हैं।

## भारत में टेलीफोन

भारत में लगभग सभी बड़े-बड़े नगरों में टेलीफोन का प्रबन्ध है। एक ही स्थान से विभिन्न नगरों से भी बातचीत हो सकती है, किन्तु अभी यहाँ उसका उपयोग बड़े-बड़े वकील, डाक्टर और व्यापारी ही कर रहे हैं। इङ्गलिस दैनिक समाचार पत्रों और कुछ हिन्दी पत्रों के कार्यालय में भी इसका उपयोग किया जाता है। भारत में टेली-

फोन का सारा प्रबन्ध सरकार ने अपने हाथ मेले रखा है।

### टेलीफोन और उसके नौकरों की संख्या

अमरीका में ४००० मील तक टेलीफोन सर्विस लग गई है, इसके द्वारा ग्राहक ७० सहस्र नगरों के २ करोड़ २० लाख व्यक्तियों के साथ बातचीत कर सकता है। अमरीका में दैनिक ३ करोड़ ३० लाख बातचीत टेलीफोन द्वारा होती है। वहाँ २ लाख ३० सहस्र व्यक्ति टेलीफोन के काम पर नौकर हैं। अकेले न्यूयार्क में ही दश लाख टेलीफोन के सम्बन्ध हैं। वहाँ ३० सहस्र व्यक्ति टेलीफोन में नौकर हैं। वहाँ एक घंटे में ५ लाख बातचीत की जाती हैं। योरोप में कुल १ करोड़ दस लाख यन्त्र हैं।

अमरीका में कुल मिलाकर ३ करोड़ ३० लाख मील टेलीफोन का तार है, जिसमें आधे से अधिक ज़मीन के अन्दर है, उनमें ७० लाख टन ताम्बा लगा हुआ है और वह ३ करोड़ खम्भों पर रहे हुए है। संसार भर में ३॥ करोड़ टेलीफोन होंगे। निम्न अङ्कों से प्रति देश की जनता के प्रति सैकड़ों में टेलीफोन की संख्याओं का पता चलेगा—

प्रति १०० व्यक्तियों संयुक्त राज्य में १७, कनाडा में १४, डेनमार्क ६; न्यूजीलैण्ड ११, स्वेडेन ५, इवाई ६; नार्वे ७, आस्ट्रेलिया ७, स्विट्ज़रलैण्ड ७, जर्मनी ५, हालैण्ड ३, आस्ट्रिया ३, ब्रिटेन ५, फिनलैण्ड १, फ्रांस ३, बेल्जियम ३, अर्जेण्टाइन ३; क्यूबा १।

भारत की संख्या अभी १ प्रति शतक से भी इतनी कम है कि उनका नाम अन्तर्राष्ट्रीय अङ्को में नहीं आता।

अमरीका के ६ बड़े-बड़े प्रसिद्ध और विशाल नगरो में तो चार व्यक्तियों पर एक टेलीफोन रहता है, लंदन, पेरिस तथा बर्लिन में यह संख्या १० और १२ के बीच है। बर्लिन और पेरिस प्रति १०० व्यक्ति १२ टेलीफोन व्यवहार में लाते हैं। लंदन में यही संख्या १० है।

### लाउड स्पीकर

लाउड स्पीकर से इसकी उपयोगिता बहुत अधिक बढ़ गई है। इसकी सहायता से एक ही टेलीफोन ग्राहक यन्त्र से एक वक्ता का भाषण बहुत से व्यक्ति एक साथ सुन सकते हैं। इस यन्त्र का उपयोग भारतवर्ष में भी बड़ी-बड़ी सभाओं के अवसर पर किया जाता है। इंग्लैण्ड और अमेरिका आदि देशों में तो इसका प्रयोग नित्य प्रति किया जाता है, चुनाव आदि के अवसरों पर इंग्लैण्ड और अमरीका की विभिन्न पार्टियों के नेता इसका भली भाँति उपयोग करते हैं। एक स्थान पर बैठे-बैठे टेलीफोन के प्रेषक यन्त्र के सामने अपना भाषण देते हैं, वही भाषण अन्यत्र किसी दूरस्थ स्थान में एक सहस्र व्यक्तियों को एक साथ सुनाई पड़ता है। अभी भविष्य में इसका उपयोग बहुत अधिक बढ़ने की आशा है।

## सतरहवाँ अध्याय



### बेतार का युग

सम्भवतः बेतार का तार इस वैज्ञानिक युग का सबसे बड़ा और सबसे अधिक आश्चर्यजनक आविष्कार है। इसके द्वारा समाचार को आकाश के प्रदेशों में से बिना तार की सहायता के इतनी शीघ्रता से भेजा जा सकता है कि पढ़ने में भी उससे अधिक देर लगती है। इस समाचार के आने में एक सेक्रेण्ड से भी कम समय लगता है।

बेतार के आश्चर्य के द्वारा हजारों मीलो के अन्दर लाखों व्यक्तियों से एक ही व्यक्ति बातचीत कर सकता है और इतनी अधिक दूरी होते हुए भी उनमें से प्रत्येक व्यक्ति उस सन्देश को सुन सकता है। बादलों में उड़ने वाला एक व्यक्ति पाँच सहस्र फुट या उससे अधिक दूरी पर होने पर भी एक जहाज को कठिन जल मार्ग से बन्दरगाह में ला सकता है। वह बेतार की सहायता से जहाज को इतना ठीक-ठीक मार्ग बता सकता है, मानो वह पुल पर ही खड़ा हुआ हो।

आज अधिकांश देशों के लाखों घरों में ऐसे छोटे-छोटे यन्त्र हैं, जिनमें वह बेतार की आवाजों, सङ्गीत तथा अन्य अनेक बातों को सुन लेते हैं। इन यन्त्रों को बेतार का ग्राहक अथवा वाइरलेस रिसीवर ( Wireless Receiver ) कहते हैं। यह यंत्र एक लम्बे तार द्वारा एक बड़े वृत्त की चोटी से सम्बन्धित होते हैं, यह छत में से निकला हुआ होता है। यह यन्त्र लकड़ी का एक चौखटा होता है, जो कमरे में लटका रहता है। घर की दीवारों के वृत्तों में से यह तार हवा में आने वाले समाचार को ग्रहण कर लेते हैं। जिस प्रकार दिली हुई पत्तियाँ हवा को ग्रहण कर लेती हैं। उसी प्रकार यह यन्त्र वायु के अन्दर से आने वाले बिजली के जादू को पकड़ लेते हैं। यह ऐसे व्यक्तियों की भी आपस में वार्तालाप करा देते हैं, जिन्होंने एक दूसरे को कभी नहीं देखा और न वह एक दूसरे को जानते हैं। वह किसी सुदूरवर्ती देश में गाये जाने वाले सङ्गीत के मधुर स्वर से अस्पताल को भर सकते हैं। वह उस दिन की आशा दिलाते हैं, जब कोई अकेला न रहेगा।

बेतार के इतिहास में दो व्यक्ति और दो तारीखें सदा स्मरण करने योग्य हैं, दोनों व्यक्ति क्लर्क मैक्सवेल ( Clerk Maxwell ) और हर्ज ( hertz ) हैं और तारीखें सन् १८७३ और सन् १८८७ हैं।

सन् १८७३ में क्लर्क मैक्सवेल ने संसार में घोषित

किया था कि यदि बिजली के मैग्नेट द्वारा उत्पन्न किये हुए शक्ति के क्षेत्र में कोई परिवर्तन किया जाता है तो उस परिवर्तन का प्रभाव भी आकाश में उतनी ही शीघ्र गति से जाता है, जिस गति से प्रकाश की किरण जाती हैं। अर्थात् एक सेकेंड में १८६००० मील।

सन् १८८७ में हर्ट्ज ने बिजली की लहरो के संबंध में किये हुए अपने बहुत से प्रसिद्ध प्रयोगों के उन परिमाणों को प्रकाशित किया था, जो बिजली के द्वारा आकाश अथवा ईथर (Ether) में होते हैं। हर्ट्ज ने ही पहली पहल अपने उस कमरे में से बेतार के सन्देश को भेजा था, जिसमें वह प्रयोग किया करता था। इसी कारण आकाश के अन्दर से इस आश्चर्यजनक शीघ्रता से चलने वाली इन लहरों को कभी-कभी हर्ज़ियन लहर भी कहते हैं।

### बिजली की लहरों को उत्पन्न करने वाला चतुर जर्मन

हर्ट्ज ने बड़ी सुगम प्रणाली से इन लहरों को उत्पन्न किया था। उसने दो तारों को एक उपपादक लच्छे (Induction Coil) से धातु की दो छोटी गेंदों में जोड़ा। उनमें से प्रत्येक एक डंडे के द्वारा एक फुट व्यास के धातु के एक दूसरे गोले से सम्बन्धित थी, दोनों गेंदों का आपस में थोड़ा-थोड़ा ही अन्तर था और लच्छे अथवा कोइल



के द्वारा एक करेट पहुँचायी जाती थी तो प्रत्येक बड़े गोले में बिजली प्रवाहि हो जाती थी। एक में धन अथवा पाज़ीटिव और दूसरे में ऋण अथवा नेगेटिव। जिस समय दोनो गोले अपने सहन करने योग्य पूरी बिजली से भर जाते थे, छोटी गेदो में एक स्पार्क या पतिगा जाता हुआ दिखलाई देता था और गोलो में भी बिजली के भोकटो ( Oscillation ) की शृङ्खला बराबर आती रहती थी।

भाँटे का अभिप्राय यहाँ केवल घड़ी के लटकन के समान झधर उधर होना है। यहाँ यह बात विशेष रूप से समझ लेने की है कि ऐसे स्पार्क अथवा पतिगे का ईथर पर वैसा ही प्रभाव पड़ता है, जैसा पानी में एक पत्थर फेकने का होता है। पानी में पत्थर फेकते ही चारो ओर को पानी की गोल-गोल लहरे सी जाती हुई दिखलाई देती है। इसी प्रकार स्पार्क से ईथर अथवा आकाश में अदृश्य लहरे उत्पन्न होकर सब ओर को चल देती है।

ऐसी प्रसिद्ध लहरो को उठा देना एक बात है और उनकी उपस्थिति के अस्तित्व से परिचित होना दूसरी बात है। यह लगभग एक अपरिचित व्यक्ति के विचारो का अनुमान लगाने के समान है। बेतार की इस कहानी को पढ़ते समय भी बेतार की सैकड़ो लहरे हमारे बैठने के कमरे में से हो-हो कर, जा रही हैं। यहाँ तक कि वह हमारे शरीरों तक के अन्दर से हो-हो कर निकल रही हैं।

किंतु हमको उनका पता कुछ नहीं रहता। उनके अस्तित्व का पता केवल एक ठीक तौर से आवाज देने वाले ग्राहक यन्त्र ( Receiving set ) के द्वारा ही लग सकता है।

हर्ष ने इन लहरों का पता लगाने के लिए एक यन्त्र बनाकर अपने कमरे में लगाया था। उसने उस यन्त्र का नाम रेजनेटर ( Resonator ) अथवा प्रतिध्वनि करने वाला रक्खा था। उसने तार के एक टुकड़े का वृत्ताकार में यहाँ तक झुकाया कि उसके दोनों सिरे परस्पर मिल न जावे। जिस समय वह बिजली की लहर उत्पन्न करता था तो उस वृत्त के दोनों किनारों में से छोटे-छोटे स्पार्क ( Spark ) निकलते थे।

किसी कमरे में किसी-किसी समय होने वाली

### विचित्र घटना

इस बात को सब काई जानते हैं कि जब कमरे में प्यानों ( Piano ) का कोई स्वर बजाया जाता है तो किसी बर्तन में से भा थोड़ी आवाज निकलती है। प्यानों स्वर में चोट बैठने से प्रति सेकिड वायु में बहुत से कम्पन होते रहते हैं। प्यानों का यदि जल्दी-जल्दी बजाया जावे तो बर्तन भी उतनी ही शीघ्रता से काँपता है। यह लहरे हवा में से यात्रा करती हुई ठीक नियम से बर्तन में जाकर टकराती है और बर्तन में भी प्यानों की डोरी के समान कम्प उत्पन्न कर देती है। अथवा शब्द की लहर उनको गुञ्जा

दंती है। इस स्वाभाविक क्रिया को गूँज अथवा प्रतिध्वनि ( Resonance ) कहते हैं।

बिजली की लहर की कल्पना करना बहुत कठिन है। क्योंकि जहाँ तक कहा जा सकता है वह न तो चलती ही हुई दिखलाई देती है और न उसका शब्द ही सुनाई देता है। किन्तु वैज्ञानिक लोग ईथर में आये हुए लहरों के स्वर अथवा उनकी शीघ्रता का सुगमता से हिसाब लगा सकते हैं। अतएव हर्ज़ को अपने तार के वृत्त से अपने स्पर्क छोड़ने वाले यन्त्र की सहायुभूति के साथ काम करना कठिन नहीं हुआ।

जब कभी भी ईथर में लहरे उत्पन्न की जाती थी और उसके तार के वृत्त के दोनों किनारों पर स्पर्क ( Sparks ) दिखलाई देते थे। इससे हर्ज़ ने यह सिद्ध कर दिया कि शक्ति बिना किसी तार के एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाती है। उसने आकाश को जीतने के वर्तमान आविष्कार को पूर्ण कर दिया। उसने विद्युत् शक्ति से एक थोड़े से अंशों को अपने कमरे में से ही पार किया था। किन्तु आज उसके विजय के फलस्वरूप हम शक्ति के अनेक अंशों को ऐटलांटिक महासागर और समग्र भूमण्डल को पार करते देखते हैं। बेतार का ग्राहक ( Wireless Receiver ) इन टुकड़ों को पकड़ता है और हमको सुना देता है।

### बेतार के तार के प्राचीन आविष्कारक

हर्ज के इस आविष्कार के पश्चात् भूमण्डल के अनेक प्रसिद्ध विद्युत् विज्ञान-विशारद इन अदृश्य लहरों को मनुष्योपयोगी बनाने के उद्योग में लग गए। उन्होंने नौ वर्ष तक अनवरत रूप से अत्यन्त कठिन उद्योग किया।

बेतार की शक्तियों की सम्भावित शक्तियों पर मोहित होने वालों में लेघर्न (Leghorn) का एक विद्यार्थी भी था। उसका नाम गुग्लीमो मारकोनी (Guglielmo Marconi) था। वह बोलोगना (Bologna) का रहनेवाला था। उसने केवल हर्ज और उसके अनुयायियों के आविष्कारों का ही अध्ययन नहीं किया, वरन् उसने उनका व्यवहारोपयोगी बनाने का भी पूर्ण निश्चय कर लिया था। उसने बोलोगना के पास अपने पिता की जमींदारी में अनेक प्रयोग (Experiment) किए थे। उसने सन् १८९५ में यह महत्वपूर्ण आविष्कार किया कि हर्ज के काम के लिए हुए दोनों गोलों (Spheres) में से एक को पृथ्वी से और दूसरे को खम्भे की चाँदीदार धातु के एक कटोरे (Can) से मिलाने से ईथर में उत्पन्न की हुई लहरे कुछ दूरी तक जा सकती हैं। उसने यह भी पता लगाया कि कटोरेवाला खम्भा जितना ही ऊँचा होगा लहरे भी उतनी ही अधिक दूर जावेगी और उतनी ही दूर तक बेतार के सन्देश भी भेजे जा सकेंगे।

मारकोनी ने इन लहरो का भेद खोजने और उसको खोलने में बहुत अधिक उन्नति की। महत्वपूर्ण बात तो यह थी कि उसने बेतार की छोटी और लम्बी लहरो को भेजने के लिए टेलीग्राफ के वास्तविक शब्द-कोष (Telegraphic Code) को काम में लाने के लिए मार्स की टेलीग्राफ की (Morse Telegraph Key) से काम लिया। सन् १८६६ में उसने एक ऐसा यन्त्र बनाया, जिससे बेतार द्वारा समाचार भेजे जाते थे। उसी वर्ष जून में वह इङ्ग्लैण्ड आया और उसने अपना आविष्कार ब्रिटिश टेलीग्राफ सर्विस के चीफ इंजिनियर (Chief Engineer) सर विलियम प्रीस (Sir William Preece) को दिखलाया।

मारकोनी इस समय बड़े मौके से आया, क्योंकि सर विलियम प्रीस भी अनेक वर्ष से बेतार के श्रमिक विकास में उत्सुक थे। पृथ्वी के द्वारा लहर भेजने की तो उनको बड़ी भारी उत्सुकता थी। मारकोनी के पहले प्रयोगों का प्रीस ने स्वयं ही रायल इन्स्टीट्यूशन में वर्णन किया। उन्होंने यह भी कहा कि इस नवयुवक आविष्कारक ने उन हार्जियन लहरो का पहचानने का साधन खोज निकाला है, जो किसी भी वर्तमान विद्युत् यन्त्र से काबू में नहीं आती थी। यह घटना सन् १८६७ की है। इस समय मारकोनी ने सैलिसबरी के मैदान (Salisbury plain)

मे चार मील पार बेतार का सन्देश भेजा था ।

अगले वर्ष तत्कालीन प्रिंस आफ वेल्स के ( सम्राट् एडवर्ड ) घुटने मे चोट आगई, और वह तीन सप्ताह तक काउज ( Cowes Bay ) की खाड़ी मे अपने राजसी जहाज मे बीमार पड़े रहे । मारकोनी से अनुरोध किया गया कि वह बेतार का एक यंत्र राजसी जहाज में और दूसरा आइल्स आफ वेट ( Isle of weight ) के ओस्बर्न भवन ( Osborne House ) मे लगावे । इस प्रकार प्रिंस के स्वास्थ्य का समाचार जहाज से किनारे पर बेतार के तार द्वारा दरावर भेजा जाता रहा ।

अब इस नए विज्ञान में बड़ी शीघ्रता से उन्नति हुई । सन् १८९९ मे मारकोनी ने बेलोग्ने ( Boylogne ) के समीप वाइमरेक्स् ( Wimereux ) मे एक खम्भा लगाने की आज्ञा फ्रांस की सरकार से ले ली । यहाँ उसने बेतार का यन्त्र लगाया । टोन के प्याले का प्रयोग इससे बहुत पहले ही बन्द कर दिया गया था ।

उसी प्रकार का दूसरा खम्भा डोवर ( Dover ) मे लगाया गया । और पहिला बेतार का समाचार इङ्ग्लिश चैनल पार ३२ मील की दूरी पर भेजा गया । सन् १९०१ के अंत में मारकोनी बेतार से ऐटलॉटिक महासागर को पार करने का उद्योग करने के लिये न्यू फाउंड लैंड को गया । कर्नवाल में पोलधू ( Poldhu ) पर बेतार की

लहरो को उत्पन्न करने के लिये अत्यंत शक्तिशाली यंत्र लगाया गया। इस समय यह पता लग गया था कि बहुत बड़ी दूरी के लिये बहुत लम्बा हवाई तार सब से अच्छा काम करता है। अतएव उसने ऐसे तार को एक गुब्बारे में लटका दिया। पोलधू स्टेशन बराबर 'स' अक्षर को भेजता रहा। मोर्स की परिभाषा में इसका रूप(....) होता है। इन उत्साहपूर्ण परीक्षाओं के दूसरे दिन दोपहर ढलने पर बहुत बड़ा अधड चलते रहने पर भी संकेत बिल्कुल स्पष्टता में सुन लिये गये। और यह पूर्णरूप से निश्चित होगया कि बेतार के पत्र द्वारा पृथ्वी के किसी भी भाग पर से अनश्रिय से बातचीत की जासकती है।

सर ओलीवर लाज के प्रसिद्ध नाम का भी बेतार के यंत्र से संबंध है, उन्होंने बैनली तथा दूसरों के साथ संकेतों का पता लगाने में अत्यंत परिश्रम किया। उन्होंने समाचार भेजने और प्राप्त करने के स्टेशनों की आवाज को ठोक किया। बेतार के संवर्धकों में उनका नाम आदर से लिया जाता है।

बेतार का यंत्र शीघ्र ही अत्यंत उपयोगी सिद्ध होगया। यह समुद्र के जहाजों के लिये बड़ा भारी उपयोगी सिद्ध हुआ। क्योंकि आपत्ति के समय कोई भी जहाज अपने समीप के किसी अन्य जहाज को सहायता के लिये बुला सकता था। किंतु यदि दूसरे जहाज के पास बेतार का

यंत्र न हो तो सहायता मांगना व्यर्थ हो जावे। अतः शीघ्र ही यह कानून बन गया कि प्रत्येक यात्री जहाज को अपने ऊपर बेतार का यंत्र अनिवार्य रूप से लगाना होगा। बेतार के युग से महानगर की यात्रा करनेवालों को इस बात का अनुभव है कि किसी समय स्थल से सैकड़ों मील की दूरी पर अकेलेपन के कारण क्रेसी-कैसी आपत्तियों का सामना करना पड़ता है, किंतु इस बेतार के यंत्र के आविष्कार से से समुद्र का प्रत्येक यात्री सदा ही अपने भाई बंदों के बीच में बैठा हुआ है।

### बेतार के टेलीफोन का आविष्कार

जिस समय बेतार के द्वारा मोर्स की परिभाषिक भाषा में संकेत भेजना सुगम होगया। लोगों ने बेतार के द्वारा मानवी शब्द को भेजने का उद्योग किया। किंतु इस विषय में बड़ी-बड़ी कठिनाइयाँ उठानी पड़ी। क्योंकि बेतार के यंत्र के द्वारा भेजी हुई लहरें कम होती थीं और उनको अधिक दूरी पर जाना पड़ता था, जब कि आवाज के कम्पन अत्यधिक तेज होते थे, सैकड़ों वैज्ञानिकों के वर्षों तक प्रयत्न करने का भी कोई परिणाम न हुआ। यह समस्यागत महायुद्ध के कुछ पूर्व ही थोड़ी बहुत सुलझाई जाती थी। महायुद्ध ने बेतार के टेलीफोन को बहुत कुछ उन्नति दी। इस समय शून्य आकाश के अंदर से बातचीत करने की इतनी भारी-आवश्यकता प्रतीत हुई कि इस पर दुनिया



प्रयत्न करना आरंभ कर दिया गया। जिसको आश्चर्यजनक 'वाल्व' ( Valve ) कहते हैं। इसका वर्णन पोछे किया जा चुका है।

दो-तीन वर्ष के पश्चात् तो यहाँ तक सम्भव हो गया कि दफ्तर में बैठे हुआ एक व्यक्ति बादलों में उड़नेवाले एक उडाके (airman) की घड़ी के टिक-टिक शब्द को सुन सकता था। बेतार का टेलीफोन अत्यंत आश्चर्यजनक पूर्णता को पहुँच गया। महायुद्ध के पश्चात् शान्त वायुमण्डल में संसार भर ने इससे लाभ उठाना आरम्भ किया।

### बेतार की एक कठिन समस्या

बेतार की एक समस्या अब भी हल नहीं हुई है, यह बेतार के द्वारा शक्ति (बिजली) भेजना है। यदि यह संभव हो गया तो जहाज बिना कोयले-पानी अथवा बिजली का अपना प्रबंध किये चले जाया करेंगे और उनको बेतार के द्वारा अपना जहाज चलाने को बिजली मिलती रहेगी। और इस प्रकार बड़े-बड़े महासागर पार किये जावेंगे। उस समय हवाई जहाज भी अपने लिये बिना कुछ प्रबंध किये हुए संसार की यात्रा पर रवाना हो जाया करेंगे और उनको बेतार के द्वारा मशीन चलाने के लिये शक्ति मिलती रहेगी। उनको पेट्रोल के लिए एक बार भी पृथ्वी पर उतरना नहीं पड़ेगा। बड़े-बड़े वैज्ञानिक इस समस्या

को हल करने के लिये प्रयत्नशील है। सम्भव है कि अपने जीवनकाल में हम इस चमत्कार को भी देख लें।

बेतार का यन्त्र समाचार भेजने के अतिरिक्त भी हमारे लिये क्या कर सकता है। इसके उदाहरण पहिले ही देखे जा चुके हैं। बेतार के द्वारा चित्र भेजे जा चुके हैं। बेतार के यन्त्र द्वारा ही पृथ्वी के गर्भ के अनेक दलों का पता लगाया गया है। बेतार के 'फाइण्डर' (Finder) अथवा 'अन्वेषक' नाम के यन्त्र द्वारा पृथ्वी के अन्दर के नलों और तारों का पता लगाया जा सकता है। बेतार के लाभ के यह थोड़े से उदाहरण हैं। जिनके विषय में आगामी कुछ वर्षों में ही बहुत कुछ सुनने में आवेगा। संसार-भर के समय की एक साथ सूचना देना दूसरा उदाहरण है।

**ईफेल टॉवर से संसार-भर को समय की सूचना दी जाती है**

ईफेल टॉवर (Eiffel Tower) का बड़ा भारी बेतार का स्टेशन प्रतिदिन समय की सूचना देता है। उसकी सूचना सहस्रो मील तक सुनी जाती है और असंख्य घड़ियाँ उसके समय के अनुसार चलती हैं। प्रकाश ग्रहो (Light house) और ठहरने के स्थानों से भी संकेत दिये जाते हैं। जिससे गहरे से गहरे कोहरे में भी जहाज को मार्ग मिल जाता है, इसी प्रकार बेतार के अन्य भी अनेक उपयोग हैं।

हर्जियन लहरो में एक बड़ी भारी कमी यह थी कि कि वह प्रत्येक दिशा में बाहिर को जाती थी। किन्तु आज उन लहरो को एक केन्द्र में लाना इस प्रकार सम्भव होगया है, जिस प्रकार लेन्स ( Lens ) प्रकाश की किरणों को एक केन्द्र में लाता है। एक सर्चलाइट का दर्पण उस लैम्प की शक्तिशाली किरणों को एक दिशा में केन्द्रित कर देता है। इस प्रकार एक ओर केन्द्रित होने से प्रकाश भीलो तक जाता है। अन्त में मारकोनी बेतार के वास्ते भी ऐसा ही दर्पण बनाने में सफल होगया।

इस प्रकार इन रहस्यपूर्ण लहरो को भेजा जा सकता है। उनको एक ओर ही केन्द्रित किया जा सकता है, तथा उनके द्वारा तार समाचार, मनुष्य का शब्द, संगीत और थोड़ी भिजली भी भेजी जा सकती है।

## अठारहवाँ अध्याय



### बेतार का टेलीग्राफ

क्षण मात्र मे ही संसार भर मे कही भी सन्देश को ले जाने वाली बेतार की लहंगे को चाहे जितने अनेक प्रकार से चलाओ, परिणाम सब का एक ही होगा। आकाश मे तनिक-सी शक्ति छोड़ी जाती है और उस पर कुछ यान्त्रिक प्रभाव डाला जाता है।

बेतार का ग्राहक यन्त्र (Receiver) संसार के अनेक भागो ओर भारत के भी बड़े-बड़े नगरो मे लगा हुआ है। किन्तु प्रेषक यन्त्र बहुत कम स्थानो मे लगा हुआ है। क्योंकि सभी देशो की सरकारें इस पर बहुत अधिक नियन्त्रण रखती है।

बेतार का यन्त्र उसके उपयोग की आवश्यकता के अनु-सार लगाया जाता है। सबसे पहिले तो दूरी का ध्यान रखना पड़ता है, जिस पर समाचार भेजने की आवश्यकता

पड़ती रहती हैं। एटलांटिक महासागर के पार संदेश भेजने में बड़ी भारी बिजली खर्च होती है।

लगभग सभी आरम्भ के बेतार के स्टेशनो में रुमकार्फ (Ruhmkorff) आविष्कार किये हुए उपपादक लच्छे अथवा इन्डक्शन कॉइल (Induction Coil) से काम लिया जाता है। यह साधारण यन्त्र बैटरी से प्राप्त हुई कुछ वोल्ट बिजली ही को सहस्रो वोल्ट की करेट बना देता है। यह करेट दो पीतल की गेदो के अन्दर से बिजली को कभी आगे को और कभी पीछे को छोड़ती है। इन गेदो से कई एक लीडेनजार (Leyden jar) का सम्बन्ध होता है। बिजली के प्रत्येक बार छोड़ने (Discharge) में रहस्यपूर्ण ईथर में लहरो की एक शृङ्खला उत्पन्न होजाती है। जो ससार में इस प्रकार भर जाती है जैसे वायु कमरे में भर जाती है। दमारी पृथ्वी ईथर के समुद्र में नैर रही है और बेतार की लहरे उसमें वह हलकोरे हैं जो उस महासागर में अस्थिरता उत्पन्न करती रहती हैं।

काइल की स्पर्क छोड़ने वाली गेदो में से बिजली निकलने से ईथर में के महासागर में उसी प्रकार लहरें उत्पन्न होती हैं, जिस प्रकार पानी में गड़बड़ी होने से हिलकोरें उठती हैं। यदि एटलांटिक में एक बड़ा भारी शाहतीर डाला जावे तो लहरे मीलो तक गोल-गोल चकर

मारती हुई चली जावेगी, किन्तु यदि एक तालाब में पत्थर फेंका जावे तो लहरे थोड़ी दूर तक ही जाकर मर जावेगी । बेतार के विषय में भी यही बात है, लम्बी दूरी के लिए बड़ी और शक्तिशाली लहरों के उठाने की आवश्यकता है । उपपादक लच्छे ( Induction Coil ) से उत्पन्न हुई छोटी लहरें बहुत दूर तक नहीं जावेगी ।

अपने सबसे साधारण रूप में बेतार के प्रेषक में स्पाक को गेदों सहित एक कॉइल, उसके लीडेन जार, और शक्ति देने के लिए एक बैटरी होती है, इनके साथ-ही-साथ छोटी और बड़ी लहरों को उत्पन्न करने वाले स्पाकों की लम्बी या छोटी शृङ्खला को खटखटाने के लिए मोर्स की (Morse key) होती है । मोर्स की परिभाषा के समाचारों के बिन्दु और रेखाएँ—यदि हम इसको देख सकते, तो लहरों की लम्बी या छोटी शृङ्खला के जैसी दिखलाई देंगी, उनमें से प्रत्येक में ईथर में दौड़ते हुए भी एक दूसरे से थोड़ा-थोड़ा अन्तर रहता है, आकाशीय यंत्र के द्वारा लहरे आकाश में फेंक दी जाती हैं । एरिअल ( ariel ) अथवा आकाशीय लम्बा तार एक बड़े भारी गुल्ले अथवा गोपिये के समान होता है, जो ईथर में विद्युत् सम्बन्धी तरंगें उत्पन्न करता है । यह लहरें ठीक अन्तर पर उठती हैं, अतएव इनका शब्द संगीत के समान सुनाई देता है । एरिअल ही बेतार यंत्र के प्रेषक का मुख और ग्राहक का कान होता है ।

बेतार का तार भेजने के स्टेशन पर एरिअल का आकार उसकी लम्बाई अत्यन्त महत्वपूर्ण होती है। आज एरियल को इस प्रकार का बना लिया गया है कि उसकी विद्युत् शक्ति का एक बड़ा भारी अनुपात (Proportion) एक दिशा में छूट (Discharge हो) जाता है, आरंभिक दिनों में बेतार की शक्ति सभी दिशाओं में जाती थी, अतएव वह बहुत भारी क्षेत्रफल में फैल जाती थी। यह बड़ी भारी कमी थी, एक दिग् सूचक आकाशीय तार (Directional ariel) से बेतार विज्ञान को उतना ही भारी लाभ है, जितना लालटेन के शीशे हर सब ओर कागज लगाकर एक ओर नीचे से प्रकाश निकालने से होता है। यह बेतार की लहरो को एक स्थान पर एकत्रित करके उनको एक दिशा में चलाता है।

### पीतल की दो गेंदों के बीच में चमकने वाली चिंगारियाँ

बेतार के द्वारा अधिकाधिक दूरी का आकाश घेरा जाने पर उपपादक लच्छा अथवा इंडक्शन कॉइल (Induction Coil) अत्यन्त निर्बल प्रमाणित होने लगा, अतएव आवश्यक शक्ति (बिजली) देने के लिए बिजली के शक्तिशाली उपपादक (Generators) बनाए गए, जिनके बीच में चिंगारियाँ चमका करती थी, पीतल

की उन साधारण गेदों के स्थान में पहिये रखे गये जो विरोधो दिशाओं में बड़ी भारी शीघ्र गति से घूमते थे। अब चिगारियों (Sparks) परिधि (Circumference) के चारों ओर लगी हुई धातु की खूंटियों के बीच में चमकता था। इसका प्रभाव यह होता था कि चिगारियों लगातार भयंकर वेग से उत्पन्न होती थीं, इससे लहरों की लगभग शृङ्खलाबद्ध धारा भेजी जाती थी।

बेतार की इस शक्ति को आकाश में फेकने के लिए बड़े-बड़े एरियलों का निर्माण किया गया। गत वर्षों में बहुत से एरियलों से काम लिया जा चुका है।

अमरीका के न्यू ब्रन्सविक (New Brunswick) नाम के एक सबसे नवीन स्टेशन पर इस्पात के खम्भों पर लगे हुए एरियल के तार लगभग ३७० फुट ऊँचे हैं। वह एक माल तक फैले हुए हैं, प्रत्येक बेतार के यंत्र की विशेषता उसमें 'स्वर भरना' (Tuning) है। किसी विशेष स्टेशन पर लहरों को कोई विशेष लम्बाई अथवा परिमाण का एरियल ही सन् से अच्छी तरह भेज सकता है। जिस शीघ्रता से एक लहर के पश्चात् दूसरी आती है, उसी का संकेतो का स्वर (Tune of the Signals) कहते हैं।

### बेतार की लहरों का अचिन्त्य वेग

बेतार की लहर चाहे वह कितनी भी लम्बी या छुट्टी क्यों न हो, सदा १८६००० मील प्रति सेकण्ड की गति से



चलेगी, आज बेतार में दस मील लम्बी लहरों से काम लिया जा सकता है। एक सेकंड में ऐसी-ऐसी १८६०० लहरें एक-दूसरी के पीछे आसकती हैं। लहरों की लम्बाई स्वर देने वाले लच्छे ( Tuning Coil ) के द्वारा बड़ी सुगमता से बदली जा सकती है। स्वर देने वाला लच्छा विजली के घेरे ( Electric Circuit ) में सम्मिलित और लहर उत्पन्न करने वाले बड़े भारी तार के अतिरिक्त और कुछ नहीं है। गोलाकार तार में जितने ही अधिक चक्कर होंगे लहरों की लम्बाई भी उतनी ही अधिक होगी। एटलांटिक के किनारों के बड़े-बड़े स्टेशनों के कुछ नये स्वर देने वाले लच्छे ( Tuning Coil ) बहुत बड़े-बड़े हैं। न्यूयार्क को चौदह मील लम्बी लहरों में संदेश लेजाया जाता है। ट्यूनिंग काइल ( Tuning Coil ) से ऐरिअल को एक भिन्न प्रकार का तार लगा देने से लहरों की लम्बाई भिन्न प्रकार की हासकती है, बहुत से स्टेशन भिन्न-भिन्न प्रकार के सन्देशों के लिए भिन्न-भिन्न प्रकार की लम्बाई की लहरों से काम लेते हैं।

लहरों की लम्बाई बेतार से ले जाने की शक्ति पर प्रभाव डालने के अतिरिक्त एक दूसरा महत्वपूर्ण कार्य भी करती है, यदि प्रत्येक बेतार का स्टेशन उसी लम्बाई की लहरें भेजने लगे, तो ईथर में गड़बड़ हो जावेगी।

ग्राहक यन्त्र ( Receiver Instrument ) अत्यन्त

ठौर-तौर से स्वर भरे जाने योग्य होते हैं, जिससे किसी सवाद का भेजने और पानेवाला पूर्णतया एक-सा कार्य करे। यदि भेजने अथवा प्राप्त करने वालों में से किसी ने भी अपनी लहर की लम्बाई को बदल दिया तो दोनों यन्त्र एक स्वर में न रह सकेंगे और सन्देश नष्ट हो जावेगा। दूसरी ओर यदि सभी बेतार के यन्त्रों में एक-सा ही स्वर भरा जावे तो कोई भी व्यक्ति यन्त्र की सहायता से प्रत्येक प्राप्य यन्त्र के सन्देश को सुन सकता है।

### लम्बे बेतार के समाचारों की लहरों की लम्बाई

इस प्रकार मानो ईथर के भाग करके उसको बाँट लिया गया है। भिन्न-भिन्न उद्देश्यों के लिए लहरों की लम्बाई की भिन्न-भिन्न प्रकार की शृङ्खला से काम लिया जाता है। जिस बेतार के शिल्पी के पास समाचार भेजने का यन्त्र हो, उसको लहरों की एक प्रकार की लम्बाई से ही काम लेना चाहिए। गड़बड़ न होने देने के ध्यान से बेतार के बहुत कम शिल्पियों को समाचार भेजने की अनुमति मिलती है। ब्रॉडकास्टिंग (संवाद का दूर-दूर तक प्रचार करनेवाले) स्टेशनों को दूसरी, नौसेना के समाचारों को दूसरी और लम्बी दूरीवाले स्टेशनों को दूसरी दूरी से काम लेना चाहिए। इसी प्रकार प्रत्येक कार्य के लिए पृथक्-पृथक् लम्बाई से काम लेना चाहिए। लम्बी-लम्बी दूरीवाले

स्टेशनो में भी अपनी-अपनी दूरी की अपेक्षा, अपनी-अपनी शक्ति और योग्यता के विषय में बहुत भिन्नता है। बोर्डो ( Bordeaux ) का स्टेशन २३४५० मीटर लम्बी लहरों से कार्नरवन ( Carnarvon ) का १४००० मीटर, फिलिपाइन द्वीप का स्टेशन मलाबंग ( malabang ) १८००० और लायन्स ( Lyons ) १५१०० मीटर लम्बी लहरों से काम लेता है। इसी प्रकार अन्य स्टेशनो का हिसाब भी है।

जब कोई स्टेशन संवाद भेजता है तो वह भेजने के संकेत रूप दो या तीन अक्षरों को बार-बार भेजता है, जिससे सुननेवाला जान जाता है कि भेजनेवाला कौन है। ब्रिटेन के हवाई मन्त्री-मण्डल का बुलाने का संकेत जी० एफ० ए० ( G F. A. ) है। हेग ( Hague ) के स्टेशन का संकेत पो० सी० जी० जी० ( P C. G G. ) लायन्स का वाई० एन० ( Y. N. ) और जिब्राल्टर का बी० डब्ल्यू० डब्ल्यू० ( B. W. W ) है।

जब कोई बेतार का वायू ( Wireless Operator ) अपने ग्राहक-यन्त्र में किसी विशेष लम्बाई की लहर को प्राप्त करने के लिए स्वर भरता है तो उसका दूसरे स्टेशनो से सम्बन्ध-विच्छेद हो जाता है। अतएव वह दो या तीन संवादों के मिश्रित होने के भय के बिना ही संवाद को सुन सकता है। किसी-किसी समय यह भी होता है कि

दो या तीन स्टेशन उसी लम्बाई की लहर पर बात करते होते हैं। किन्तु यह सम्भव है कि अनिच्छित स्टेशन के संवाद को बिना सुने हुए बन्द कर दिया जावे।

यह देखा जा चुका है कि एरिअल से छोटी और बड़ी लहरों को चलाकर किस प्रकार बेतार का सन्देश भेजा जाता है। अब हम को यह देखना है कि बड़ी-बड़ी दूर के स्टेशन उनकी लहरों को किस प्रकार प्राप्त करके उनकी शक्ति को पढ़ने योग्य संवाद के रूप में परिवर्तित करते हैं।

बेतार के समाचारों के विषय में यह बात अत्यन्त आश्चर्यजनक है कि अपने उद्दिष्ट स्टेशनों पर पहुँचते-पहुँचते संदेश के संकेत अत्यन्त निर्बल पड़ जाते हैं। मनुष्य की सबसे बड़ी कारीगरी यह है कि उसने ऐसा प्रबन्ध कर लिया है कि इन संकेतों का प्रभाव या तो देखा जा सके अथवा पढ़ा जा सके। सामान्य टेलीग्राफ के यन्त्र की सुई अथवा शब्द निकालनेवाले पुर्जे को चलाने वाली हल्की करेट भी बेतार के संकेतों को ले जानेवाली करंट से हजार, दस हजार गुनी अधिक शक्तिशाली होती है, ईथर में लहरों की इन गतियों को पकड़ने के प्रत्येक साधन का वास्तविक पता पेरिस के वैज्ञानिक प्रोफेसर जैनली ने लगाया था। अतएव बेतार के उन्नति करनेवालों में उनका नाम सदा स्मरण किया जाता है, उन्होंने इस महत्वपूर्ण बात का पता लगाया था कि यदि कोई बेतार

की लहर किसी ऐसे धातु के बुरादे के ढेर में से होकर निकलेगी, जो बिजली को बुरी तरह से प्रवाहित करती है, तो धातु के अंश आपस में चिपक जावेंगे और वह अपने अन्दर से करेट को बिना किसी बाधा के निकलने देंगे।

कॉच की छोटी-सी नली, जिसमें प्रोफेसर ब्रैनला उस बुरादे को रखते थे, कोकरर (Cokerer) कहलाती थी। बेतार के संकेत से प्रभावित हो जाने पर इसकी प्रत्येक बार खटखटाना पड़ता था, जिससे बुरादे के अंश चिपके न रहकर बिखर जावे। नवीन संकेत से वह अंश फिर चिपक जाते थे और करेट उनके अन्दर से चली जाती थी, बहुत वर्षों तक बेतार के संकेतों को जानने के लिए इस आविष्कार से काम लिया जाता रहा, किन्तु इस का स्थान इससे भी अच्छे आविष्कारों ने ले लिया है।

आज का बेतार के समाचार को प्राप्त करनेवाला ऑपरेटर दा टेलीफोन ग्राहक (Telephone Receiver) से काम लेता है। बेतार को लहरों को एरिअल एकत्रित करता है, जो ग्राहक यन्त्र (Receiving Instrument) से सम्बन्धित होता है, ग्राहक यन्त्र में स्वर देने का प्रबन्ध रहता है, जिससे ऑपरेटर अपने एरिअल से सिगनल की लहरों की पूरी लम्बाई को पकड़ लेता है। ग्राहक यन्त्र का रहस्य रेक्टिफायर (Rectifier) अथवा शुद्ध करनेवाला यन्त्र है, यह यन्त्र संकेत में छोटे-छोटे धमाके उत्पन्न कर

देता है, जिससे टेलीफोन में से भिनभिनाहट का शब्द आने लगता है, लम्बी भिनभिनाहट का अर्थ डैश और छोटी भिनभिनाहट का अर्थ बिन्दु होता है।

जिम प्रकार सामान्य टेलीग्राफ में भेजने और प्राप्त करने की ऑटोमेटिक अर्थात् स्वयं कार्य करनेवाली पद्धति चलाई गई है, उसी प्रकार ऑटोमेटिक वायरलेस भी निकाला गया है। बहुत-बार लम्बे-लम्बे समाचारों में मनुष्य-ऑपरेटर की कोई आवश्यकता नहीं पड़ती और पारिभाषिक सङ्केत ( Code Signals ) एक कागज के रिबन पर लिखे जाते हैं।

वाल्व ( Valve ) के नवीन आविष्कार से वेतार के स्टेशन पर आनेवाले मन्द सङ्केतों को अत्यन्त अधिक चमकाया जा सकता है। वाल्व के उपयोग से सङ्केतों को शक्ति पहुँचाकर इतना बलवान् किया जा सकता है कि उसके द्वारा एक छापने की मशीन सुगमतापूर्वक चलाई जाकर उक्त बिन्दु और डैश एक कागज पर छप जाते हैं। एक ऐसी नई मशीन का आविष्कार किया गया है, जिससे एक हवाई जहाज में बैठा हुआ मनुष्य भी अपने सन्देश को ठीक टाइपराइटर ( Typewriter ) के समान कीबोर्ड ( Keyboard ) पर खटखट करके भेज सकता है और ग्राहक-यन्त्र प्राप्त करके वास्तविक सामान्य अक्षरों में छापकर देता है। जहाज में बैठा हुआ मनुष्य भी

इस टाइपराइटर को इस प्रकार चला सकता है कि वह हजार मील दूर के सन्देश को भी छाप ले।

### बेतार के समाचार का फ़ोनोग्राफ़

फ़्रान्स के बड़े भारी ग्राहक-स्टेशन लायन्स ( Lyons ) में समाचारों को अत्यन्त शीघ्र गति से ग्रहण करने का एक प्रसिद्ध ढङ्ग निकाला गया है। सङ्केत फ़ोनोग्राफ़ ( Phonograph ) में भरे जाते हैं, जो इनको बहुत शीघ्र गति से रिकॉर्ड में भर लेता है। फिर उस रिकॉर्ड को फ़ोनोग्राफ़ पर चढ़ाकर अत्यन्त मन्द गति से चलाया जाता है, जिससे ऑपरेटर उसके बिन्दु और ढ़ैशों को अच्छी तरह सुनले। इस ढङ्ग पर एक मिनट में १५० शब्द रिकॉर्ड में भरे जा सकते हैं।

### बेतार के समाचार का फोटोग्राफ़

फोटोग्राफ़िक रिलीवर ( Photographic Receiver ) उससे भी अधिक आश्चर्यजनक होता है। उसके द्वारा एक मिनट में ५०० शब्द रिकॉर्ड किये जा सकते हैं। एक छोटे-से दर्पण को बिजली की लहरो के अनुसार आगे और पीछे को झुलाया जाता है। दर्पण की गति से एक ओर से दूसरी ओर को प्रकाश की एक किरण जाती है। प्रकाश की यह चलती हुई किरण फोटोग्राफ़ के एक ग्राहक-कागज़ पर चित्रित हो जाती है। इस कागज़ को फाटा की

प्रणाली से विकसित (Developed) किये जाने पर कागज पर छोटे-छोटे और बड़े-बड़े अँगूठियों की सरल रेखा-सी बन जाती है। इसमें छोटी अँगूठियाँ बिन्दुओं को और बड़ी अँगूठियाँ ढैशो को बतलाती हैं।

बेतार की फोटोग्राफी से केवल व्यापार को ही अत्यधिक लाभ नहीं हुआ है, वरन् इससे मनुष्य-जाति के अन्य भी अनेक लाभ हुए हैं। उदाहरणार्थ समुद्र के बरफ के पर्वतों में घुसनेवाले जहाजों की रक्षा इसी से होती है। उत्तरी एटलांटिक में ऐसे कई भयप्रद स्थान हैं, जिनमें बेतार के यन्त्र लगे हुए हैं। यह यन्त्र जहाजों को बरफ के पर्वतों का स्थान और आकार बतला देते हैं।

### कोहरे में जहाज को समुद्र में किस प्रकार मार्ग मिलता है

यदि यह आविष्कार कुछ वर्ष पूर्व होकर कार्य-रूप में परिणत हो जाता तो जाने कितने जहाजों की हानि होने से बच जाती।

अमरीका के बनो के ऊपर बेतार के यन्त्र लगे हुए हवाई जहाज चक्कर मारते रहते हैं। आग लगने की दशा में यह तुरन्त ही आग बुझानेवाले स्टेशन को सूचना देकर आग का प्रबन्ध करते हैं।

बेतार की लहरों को एक ओर केन्द्रित करने की नई



उन्नति से जहाजी विद्या में एक नवीन युग का आविर्भाव हुआ है। बेलिनी ( Bellini ) और टोसी ( Tosi ) नाम के दो इटली के इंजीनियरों ने कुछ वर्ष पूर्व एक बेतार की कुतुबनुमा का आविष्कार किया था। यह घूमने वाले एरिअल का एक विशेष नमूना था। इस ध्रुवप्रदर्शक यन्त्र के घूमते समय एक ऐसा बिन्दु आता है, जिससे बेतार के सङ्केत को ग्रहण करने पर यह दूसरे बिन्दुओं की अपेक्षा अधिक जोर से शब्द करता है, जिसका अभिप्राय यह है कि यह आने वाली लहरों की ओर मुख किये हुए है। सबसे थोड़ी दूरी आवश्यक रूप से सरल रेखा ही होगी। जिस प्रकार जिस दिशा से संकेत आता है, उसका पता लगाया जा सकता है।

इस प्रकार के ध्रुवप्रदर्शक यन्त्र वाला जहाज गहरे से गहरे कोहरे में भी अपना मार्ग खोज सकता है। इस सिद्धान्त में उन्नति होने से बेतार के यन्त्र वाले एक प्रकाश ग्रह ( Light house ) के लिए अब यह सम्भव हो गया है कि वह आँखों को चौधिया देने वाले अपने प्रकाश के स्थान में लहरों की एक हल्की किरण ही फेंक दे। जिस जहाज में बेतार की यह कुतुबनुमा लगी होगी वह बड़ी सुगमता से प्रकाश ग्रह की ओर जा सकती है। क्योंकि प्रकाश ग्रह का संकेत जहाज पर की कुतुबनुमा को अपनी ओर आने का मार्ग बतलाता रहता है। इस प्रकार अत्यन्त

पाला पडने पर भी जहाज मार्ग नहीं भूल सकते ।

### बेतार के द्वारा खानों के कुलियों की रक्षा

बेतार का यन्त्र अब खानों में भी लगाया जा सकता है । ऊपर वाले बेतार के द्वारा नीचे काम करने वालों से बात कर सकते हैं । इस प्रकार खानों में काम करने वालों की रक्षा का भी बहुत कुछ प्रबन्ध हो गया है । बेतार के सङ्केत से दबे हुए आदमी अपने दबने का स्थान ठीक-ठीक बतला सकेगें, जिससे उसी स्थान पर खोदकर बहुत से बहुमूल्य प्राणों की रक्षा की जा सकेगी ।

### बेतार के द्वारा बिजली की शक्ति को भेजना

बेतार के दो चमत्कारों को अभी और समझना बाकी है । एक तो मोटर या इंजिन को चलाने के लिए बिजली का देना और दूसरे जहाजों और स्थल यानों ( Land-Vehicles ) को बेतार के यन्त्र द्वारा सङ्केत देकर मार्ग बतलाना । एक जंगी जहाज के ऊपर हवाई जहाज से शक्ति देकर चलाया जा चुका है । एक मोटरकार को भी पीछे की दूसरी मोटरकार से शक्ति तथा सङ्केत देकर बिना आदमी के ही भीड़दार गलियों में से चलाया जा चुका है । यह कार्य अत्यन्त आश्चर्यजनक जान पड़ते हैं । किन्तु बेतार का यन्त्र इतनी शीघ्रता से उन्नति कर रहा है कि यन्त्रों को एक दूर के स्थान से शासन में रखने की शक्ति राष्ट्रों और मनुष्यों को अत्यन्त अभूष्य सिद्ध होगी ।

## उन्नीसवाँ अध्याय



### बेतार का टेलीफोन

महायुद्ध के अत्यन्त भयंकर रूप से चलते रहने पर भी बेतार के टेलीफोन का आविष्कार हो गया ।

२६ सितम्बर सन् १९१५ का दिन बेतार के इतिहास में सब से अधिक महत्वपूर्ण है । इस दिन अमरीकन टेलीफोन ऐण्ड टेलीग्राफ कम्पनी के न्यूयॉर्क के दफ्तर में उसके सभापति बेतार के टेलीफोन में बोले थे । “ओहो कराटी, मैं मिस्टर वेल ( Vall ) हूँ ।” कार्टी २५०० मील दूर सैन-फ्रांसिस्को में बैठा हुआ भी मिस्टर वेल की बात सुन रहा था । उन दोनों के बीच में कोई तार नहीं था । कार्टी ने न्यूयॉर्क को उत्तर दिया, “यह तो बड़ा अचछा बन गया, बड़ा आश्चर्य है ।” उसी दिन इस बात का समाचार आया कि कार्टी और वेल का वार्तालाप न्यूयॉर्क से २३०० मील दूर पनामा के सैन डीगो ( San Diego ) में, २१०० मील दक्षिण में और यहाँ तक कि ५००० मील दूर पैस-

फ्रिक महासागर के होनोलूलू के मौक्तिक द्वीप ( Pearl Island ) में भी सुना गया। इसके थोड़े ही दिन के पश्चात् २० अक्तूबर सन् १८१५ को अमरीका के टेलीफोन-वालों ने ईफल टॉवर ( Eiffel Tower ) को टेलीफोन किया। इससे फ्रांस की सरकार ने उस टॉवर से सैनिक काम लेना ही छोड़ दिया कि वहाँ जर्मनीवाले भी हमारे संदेशों को न सुन लें। इतिहास में पहिले-पहल अमरीका का शब्द योरोप में सुनाई दिया।

बिजली के आश्चर्यों में से मनुष्य के शब्द को आकाश में से पकड़ लेने वाला यह यन्त्र अत्यन्त आश्चर्यजनक है। बेतार का टेलीफोन बोलनेवालों का हजारों मील की दूरी के सहस्रो श्रोताओं से सम्बन्ध कर देता है, यह देश-भर के व्यक्तियों को इस प्रकार मिला देता है। मानो वह सब एक ही सभा में बैठे हुए हों। इसके द्वारा एक मनुष्य पूरे महा-द्वीप-भर से बात कर सकता है। एक गानेवाला एक साथ ही सैकड़ों श्रोताओं को प्रसन्न कर सकता है।

अनेक वर्षों के शान्त परिश्रम के पश्चात् आवाज को बेतार के द्वारा भेजा जा सका है। मोर्स की परिभाषा के डैश और बिन्दुओं को भेजने की अपेक्षा मनुष्य के शब्द को आकाश में भेजना कहीं अधिक कठिन है। फिर तार में जानेवाले मनुष्य के शब्द की तुलना में तो यह बहुत ही अधिक कठिन है।

बोला हुआ शब्द अत्यन्त सूक्ष्म और मिश्रित स्वभाव का होता है। यह सङ्गीत के शब्द के समान भी नहीं होगा। क्योंकि सङ्गीत का शब्द प्रति सेकेंड वायु की निश्चित लहरों की संख्या के पश्चात् निकलता है। मनुष्यों के द्वारा बोले हुए कुछ शब्द प्रति सेकेंड में हजारों शब्द बनाते हैं। बेतार के आरम्भिक दिनों में जब उपपादक लच्छे ( Induction Coil ) की चिगारी ( Spark ) से ईंथर का लहर बनाई जाती थी तो मनुष्य के शब्द को ले जाने के लिये लगातार काफी वेग की चिगारियाँ बनाना सम्भव नहीं था। यदि एक सेकेंड में बीस सहस्र लहर उत्पन्न करनेवाले मानव शब्द को बेतार के यन्त्र से भेजना पड़े तो यन्त्र में एक सेकेंड में उससे कई गुनी अधिक लहरे भेजने की शक्ति होनी चाहिए।

### गायक आर्क

इस विषय का श्रीगणेश तो तब हुआ जब विलियम डडेल ( William Dudell ) और जर्मन वैज्ञानिक प्रोफेसर साइमन ( Simon ) ने बिजली के आश्चर्यजनक आर्क लैम्प ( Arc Lamp ) का आविष्कार किया, जो बात करता था, गाता था और बेलों के स्वर निकालता था। इसका नाम गायक आर्क ( Singing arc ) रखा गया था। यह टेलीफोन के द्वारा सुनी हुई किसी भी ऐसी बात को दोहरा देता था,

जिसका प्रभाव इस आर्क को बिजली देनेवाले डाइनमो पर डाला जाता है। उन दिनों में प्रोफेसर साइमन ने वास्तव में ही फ्रैंक फोर्ट ( Frank fort ) में एक आर्क लैम्प का गाना कराया था। कुछ दिनों बाद डेनमार्क के एञ्जीनियर पौलसेन ( Poulsen ) ने गायक आर्क से इतनी शीघ्र गति की बेतार की लहरों को उत्पन्न करने का काम लिया कि मनुष्य शब्द को भेजना भी सुगम हो गया।

### बेतार के टेलीफोन में शब्द का क्या होता है ?

बेतार का टेलीफोन बिल्कुल बिजली का होता है। शब्द अपने रूप में ईथर के पार नहीं भेजा जाता, वरन् बिजली के छोटे पार्सलों के रूप में भेजा जाता है। अपने दैनिक उपयोग के टेलीफोन के समान हम सूक्ष्म श्रावक-यन्त्र ( Microphone ) में बोलते हैं। माइक्रोफोन शब्द की लहरों को बदल कर बिजली की लहर बना देता है, जो बेतार के यन्त्र में डाल दी जाती है। इस प्रकार प्रेषक-यन्त्र से ग्राहक यन्त्र तक आकाश के अन्दर ईथर की लहरों की अनन्त शृङ्खला यात्रा करती है और इन लहरों का माइक्रोफोन पर शब्द की लहरों की क्रिया के कारण प्रभाव पड़ता है और इनका रूप बदल जाता है। अन्त में यह ग्राहक-यन्त्र ( Receiving instrument ) पर पहुँच जाती है। यह यहाँ टेलीफोन के पर्दे को इस प्रकार हिलाती

हैं कि वह शब्द की लहरों को फिर उत्पन्न करके उन्हें दूसरे किनारे से निकाल देता है।

बेतार के टेलीफोन की इतनी बड़ी उन्नति का कारण उस वाल्व (Valve) का ग्राहक पना (Sensitivity) है। जिसका आविष्कार आरम्भ में प्रोफेसर फ्लेमिंग (Fleming) ने किया था। और बाद में जिसमें ली डे फॉरेस्ट (Lee De Forest) ने बहुत अधिक सुधार किए थे। ब्रिटेन के वैज्ञानिक ने आविष्कार किया और अमरीकन वैज्ञानिक ने उसको बहुत अधिक उपयोगी बना दिया। डे फॉरेस्ट ने अब घोषणा की है कि उसने शब्द की लहरों को बिना कॉपनेवाले बीच के पर्दे को बिजली की करेण्ट बना लिया है।

वाल्व (Valve) में तीन बातें होती हैं। सूत (Filament), पत्तर (Plat) और ग्रिड (Grid) यह तीनों ही कॉच के ऐसे गोले में बन्द कर दिए जाते हैं, जिसमें से हवा निकाल ली जाती है। यह एक साधारण बिजली की बत्ती जैसा दिखलाई देता है। ग्रिड छोटा-सा तार का जाल होता है, जिसका पत्तर (Plat) और सूत (Filament) रखा जाता है। सूत या फिलामेंट धातु का एक साधारण तार होता है। बिजली की करेण्ट ले जाकर उसको दमकता हुआ बनाया जाता है।

### बेतार के वाल्व

श्वेत रक्त फिलामेण्ट एक छावनी के समान होता है, जिसमें से सैनिकों के समान वास्तविक ऋण विद्युदंश एक संयुक्त छावनी के सेट में जाकर शत्रु के देश में जाने का उद्योग करते हैं। उनके बीच में शत्रु ने एक बड़ा भारी छिपने का स्थान—ग्रिड—बनाया हुआ है। बार-बार मित्रों के हवाई जहाज़ी बेड़े आकर सैनिकों को छिपने के स्थान में इतनी बड़ी संख्या में लाते हैं कि यात्रा करनेवाली सेना वहाँ वास्तव में ही छिपने के बजाय सहायता पाती है। होता यह है कि ग्रिड ग्राहक स्टेशन (Receiving Station) के एरियल के तार से इस प्रकार सम्बन्धित होता है कि उसमें बारी-बारी से धन और ऋण बिजली भरती है। जब ग्रिड ऋण-धन (negative) होता है, तो शत्रु बलवान होता है। वह अपने मित्र सेट (पत्ता) को पार करने का उद्योग करता हुआ ऋण विद्युदंशों की सेना को नष्ट-भ्रष्ट कर डालता है। किन्तु जब ग्रिड धन (Positive) हो जाता है, तो वह हवाई जहाज़ से आनेवाले सैनिकों का अतिथि के समान सत्कार करता है और इस प्रकार आनेवाली सेना और अधिक शक्ति के साथ आगे बढ़ती हुई और विजय करती हुई सेट पर जा पहुँचती है।

इस प्रकार यह कहा जा सकता है कि एक ओर तो वाल्व (Valve) एरियल की करेण्टों को नष्ट करता है



और दूसरी ओर बढ़ाता है, यह एक आश्चर्यजनक बात है, क्योंकि इसका यह अभिप्राय है कि संकेतों (Signals) की शक्ति अधिक बढ़ा दी जाती है। इस प्रकार टेलीफोन में पहले से कहीं अधिक जोर की आवाज सुनाई देती है। इससे अधिक क्या होगा कि संकेत एक वाल्व ( Valve ) से दूसरे वाल्व में निकल जाते हैं और इससे भी अधिक बढ़ जाते हैं। दूसरे वाल्व से तीसरे में जा सकते हैं। इसी प्रकार अधिकाधिक शक्ति-सम्पन्न होती हुई एरिअल के द्वारा पकड़ी हुई वह निर्बल करेण्ट इतनी बलवान हो जाती है कि वह टेलीफोन में से इतने जोर से निकलती है कि अपने उच्च स्वर से दस सहस्र व्यक्तियों से भरे हुए हॉल ( Hall ) भर में सुनाई दे सकते हैं।

इस बात का शीघ्र पता लग गया कि यह आश्चर्यजनक वाल्व ( Valve ) बेतार से बातचीत करने में आवश्यक होने वाले विद्युत् के हलकारों को उत्पन्न करने योग्य है, इसमें गत महायुद्ध के बाद के दो वर्षों में असाधारण उन्नति की गई। उस समय अत्यन्त साधारण यन्त्रों से भी बड़ी-बड़ी दूर पर बातचीत करना सम्भव हो गया।

एक हवाई जहाज के ऊपर बेतार का टेलीफोन विशेष कौतुक की वस्तु है, क्योंकि उसमें संसार की विभिन्न प्रकार की शक्ति के उल्लेखनीय परिवर्तन का पता लगता रहता है। हवाई जहाज के उड़ते समय उसका प्रॉपेलर ( पंखा )

बड़ी तेज़ी से घूमता रहता है। यह वास्तव में हवाई चक्की है, जो अनाज पीसने के स्थान में एक डाइनेमो को चलाती है। इस प्रकार हवाई जहाज़ के द्वारा जीती हुई वायु ही उसके बेतार के यन्त्रों के लिए बिजली की करेण्ट भी देती है। डाइनेमो से उत्पन्न हुई बिजली को बदलकर वाल्व एरिअल से निकली हुई लहरों का रूप दे देता है और इस प्रकार शक्ति में और परिवर्तन होता है।

छोटे-छोटे वाल्व प्रेषको ( Valve Transmitters ) का स्थान शीघ्र ही अधिक शक्तिशालियों ने ले लिया। ज्यो-ज्यो उसको अधिकाधिक शक्ति से काम लेना पड़ा वाल्व परिमाण में भी बढ़ता गया। पेरिस का ईफेल टॉवर ( Eiffel Tower ) सब से उत्तम वाल्व स्टेशनों में से एक है। यहाँ सन् १९२१ में प्रयोग करने आरम्भ किए गए। इन प्रयोगों का आगे चलकर अत्यन्त उत्तम परिणाम हुआ। वाल्व की बड़ी-बड़ी बत्तियों चोदह इंच ऊँची होती थी। यद्यपि वहाँ एक हासपात्र से कुछ ही अधिक बिजली से काम लिया जाता है, तो भी वहाँ से दिन-भर में कई-कई बार ब्राडकास्ट ( Broadcast ) किए हुए समाचार लंदन, एडिनबरा और १२०० मील की दूरी तक सुने जा सकते हैं।

अब तो ऐसे-ऐसे शक्तिशाली वाल्वों का आविष्कार हो चुका है, जिनके द्वारा संसार-भर से बातचीत की जा सकती है।

इस प्रकार यह आश्चर्यजनक वाल्व मनुष्य-स्वर को महासागरों के पार लेजाने में बड़ी भारी सहायता कर रहा है। मनुष्य ने ऐटलांटिक पार तक और ६००० मील से भी अधिक तक बातचीत कर ली। किन्तु इस सब के लिए परिश्रम अत्यधिक करना पड़ा। ऐसे समय की निकट-भविष्य में ही प्रतीक्षा की जा रही है जब हम योरोप, कनाडा और अमरीकावालो से हँसी-दिल्लीगी अच्छी तरह कर सकेंगे।

एक महत्वपूर्ण बात और भी स्मरण रखने योग्य है। वह यह कि भविष्य में अधिक दूरी पर बातचीत करने के लिए अधिक शक्ति की आवश्यकता नहीं हुआ करेगी। क्योंकि बेतार का अत्यन्त ग्राहक कान, ग्राहक यन्त्र ( Receiving apparatus ) भी अधिकाधिक शक्ति-शाली बनता जाता है। अतएव यह अत्यन्त निर्बल संकेत को भी बढ़ाकर सुनने योग्य बना सकता है। आज हमारे पढ़ने के कमरे में से अमरीका और आस्ट्रेलिया से आने-वाले बेतार के समाचार निकल-निकलकर जा रहे हैं। किन्तु हमारे पास उनको ग्रहण करने के यन्त्र न होने से हम उन को सुनने में असमर्थ हैं।

यात्रा के संसार में बेतार के टेलीफोन ने विशेष भाग लिया है। इस समय हवाई जहाज में बैठकर उसका पाइलट ( हवाई जहाज चलानेवाला ) अपने बेतार के यन्त्र-

द्वारा अपने मार्ग की बाधाओं का पहले से ही पता लगाकर अपनी यात्रा को निर्विघ्न समाप्त कर सकता है। यात्री स्वयं भी इसके द्वारा अपने ठहरने के स्थान पर बातचीत करके अपने व्यापार का सुगमता से प्रबन्ध कर सकते हैं।

मारकोनी का स्वप्न था कि महासागर के प्रत्येक कोने में टेलीफोन लगा दिया जावे, जिससे यात्रियों को सब कही सुविधा होजावे। अब मारकोनी का यह स्वप्न बहुत कुछ सत्य होता जा रहा है।

जहाज के कमरे में बैठे हुए यात्री से लंदन के

सम्पादक का वार्तालाप।

आज यह संभव हो गया है कि किसी जहाज का यात्री भी चाहे जहाँ से चाहे जिससे टेलीफोन द्वारा बातचीत कर सकता है। यदि वह लंदन के किसी सम्पादक से बात करना चाहता है तो वह अपने उस टेलीफोन का उठा लेगा, जो तार द्वारा जहाज के बेतार के कमरे से मिला हुआ है, अब जहाज का आपरेटर बेतार के द्वारा ऐटलांटिक पार इंग्लैण्ड के समुद्री किनारे पर के स्टेशन को टेलीफोन करेगा और उससे कहेगा कि कोई यात्री अमुक सम्पादक से बात चीत करना चाहता है, सम्पादक के टेलीफोन का सम्बन्ध बेतार के स्टेशन से करदिया जावेगा, उसका शब्द बेतार के माइक्रोफोन, (Microphone) से जायेगा

और वहां से जहाज पर जा पहुँचेगा, यहाँ वह शब्द जहाज के बेतार के टेलीफोन यंत्र से यात्री के कमरे के टेलीफोन में तार द्वारा जावेगा, और इस प्रकार जहाज के कमरे में बैठा हुआ यात्री लन्दन के कमरे में बैठे हुए यात्री से बड़ी सुगमता से बात चीत कर सकता है।

बेतार की लहरों का केन्द्रीकरण प्रणाली ( Directing wireless waves ) यह आशा दिलाती है कि शीघ्र ही टेलीफोन के यह संवाद सीधे अपने उद्दिष्ट स्थान पर पहुँच जाया करेंगे। समाचार भेजने और प्राप्त करने में काम आनेवाले एरियल केन्द्रीकरण ढंग के होने चाहिये। समाचार को ठीक जानने के लिये उनको एक दूसरे के ठीक सामने होना आवश्यक है। यदि ग्राहक ( Receiver ) ठीक प्रेषक यंत्र ( Sending Instrument ) के सम्मुख नहीं है तो कुछ भी सुनाई न देगा। लहरों के उस महत्वपूर्ण केन्द्रीकरण का यह अभिप्राय है कि ग्राहक स्थान पर बहुत अधिक शक्ति आती है। किन्तु वाल्वों ( Valves ) की संख्या काफी होने के कारण यह फालतू शक्ति अनावश्यक है। सारांश यह है कि समाचार भेजने में उससे कम शक्ति की आवश्यकता है।

**बेतार के द्वारा संगीत, नाच और हंसी दिल्लगी का आनन्द लेना।**

मारकोनी ने लंदन से बरमिंघम तक बहुत थोड़ी शक्ति

( बिजली ) से ही बात करली थी, यह बात बड़ी महत्वपूर्ण है। उस दिन की प्रतीक्षा की जा रही है, जब प्रत्येक-व्यक्ति के हाथ में बेतार का यंत्र होगा।

बेतार के द्वारा ब्राडकास्ट करने ( Broadcasting ) की प्रणाली इससे बिल्कुल ही भिन्न है। इसमें प्रेषक स्टेशन संगीत, वाद्य, कहानियों, और उपदेशों आदि को सभी दिशाओं में भेजना पड़ता है, जिससे उसको सब कोई सुन सके। संकेत अधिक से अधिक शक्तिशाली कर दिये जाते हैं, जिससे उनके बच्चे अपने घर के बने यंत्रों से भी शीघ्रता से सुन सकें।

ब्राडकास्टिंग ने हसी-दिल्लगी, गायन और वाद्य का नया संसार बना लिया है। ब्राडकास्टिंग स्टेशनों पर प्रति-दिन सर्जात समाजे होती है। वहाँ वायु कभी शान्त नहीं रहती, आश्चर्यजनक जादूगर माइक्रोफोन के कान में संगीत सुनाया जाता है, जो शब्द की लहरों को पकड़ कर उनको बिजली की लहर बना देता है, जो क्षणमात्र में ही बागों, अथवा छतों में लगे हुए एरिअलों में पहुँच कर फिर शब्द की लहरें बन जाती हैं, और उनको स्त्री पुरुष और बच्चे सभी सुनते हैं।

वाल्व की शक्ति बढ़ाने की सामर्थ्य से टेलीफोन का शब्द बहुत जोर से सुनाई देता है। इसका शब्द इतना स्पष्ट होता है कि वह बड़े से बड़े कमरे में बैठे हुए प्रत्येक

व्यक्ति को सुनाई दे सकता है। इस प्रकार एक धार्मिक उपदेशक अपने मंदिर के आँगन से भी बड़े क्षेत्र के व्यक्तियों को उपदेश दे सकता है। महात्मा गांधी सारे भारतवर्ष और समस्त संसार को एक साथ अपना सन्देश दे सकते हैं। वायसराय अपने इन्द्र की अट्टालिका जैसे भवन में बैठे हुए ही दिल्ली विश्वविद्यालय के वार्षिक उपाधि-वितरणोत्सव के अवसर पर अपना चैंसलर पद का भाषण दे सकते हैं।

उत्तर ध्रुव में बैठा हुआ एक अन्वेषक लंदन के अपने मित्र को वहाँ का आँखों देखा वर्णन सुना सकता है, इंग्लैण्ड के ब्राडकास्टिंग स्टेशन अलग प्रकार की लम्बाई की लहरों से काम लेते हैं। इससे अनेक संगीत एक दूसरे से नहीं टकराते, यदि दो स्थानों पर ब्राडकास्ट हो रहा हो तो पहिले एक के और दूसरे के सन्देश को सुना जा सकता है। लहरों की लम्बाई बड़ी सावधानी से चुनी जाती है, जिससे दूसरे महत्वपूर्ण स्टेशनों के काम में बाधा न आवे, हवा में संगीत भर देने से आवश्यक बात-चीत का संदेश नष्ट होजाता (खोया जाता) है। ब्राडकास्टिंग स्टेशन को थोड़ी-थोड़ी देर बाद अपना काम रोक देना चाहिये। इससे संसार का काम करने वाले भी ईथर से काम ले सकेंगे।

यह बेतार का संसार बड़ा आश्चर्यजनक है, प्राचीन काल के संस्कृत वैयाकरणियों के स्फुटवाद के सिद्धान्त की इससे अधिकाधिक पुष्टि होती जा रही है। न्याय वैशेषिक के 'शब्दगुणकमाकाशम्' को तो इस आविष्कार ने पूर्णतया सत्य सिद्ध करके दिखला दिया है।





## बीसवाँ अध्याय



### आश्चर्यजनक किरणें

वायु अथवा नत्रजन ( Nitrogen ) जैसे गैसों के अन्दर से बिजली की करेट के निकल जाने पर बड़ी-बड़ी विचित्र और सुन्दर घटनाएँ होती हैं। सामान्य दशा में बहुत से गैस बिजली के मार्ग में बड़ी बाधा डालते हैं। यदि करेट को एक ऋच की नली में से उसमें आंशिक शून्याकाश बनाकर, भेजा जावे तो नली में से आती हुई बिजली उसमें के गैसों को सब प्रकार के उत्तम रंगों से रंगकर चमका देती है।

इतने सब रंगों को उत्तम करने वाली शून्याकाश की नली को देखकर ही पहिली-पहिल वह परिस्थितियाँ उत्पन्न हुई थी, जिनके कारण आगे चलकर रॉन्टजेन किरणों ( Rontgen Rays ) अथवा एक्स किरणों ( X Rays ) का अद्भुत आविष्कार किया गया था।

यदि किसी गैस की नली में से दसहजारवें भाग तक

की वायु को निकाल लिया जावे तो इसका यह अभिप्राय है कि नली में अब केवल उस गैस का दसहजारवाँ भाग ही शेष है। बिजली की करंट उसमें से जाने पर उस कॉच की नली को सुन्दर हरे रंग की बना देगा। यह चमक शून्याकाश वाली नली ( Vacuum tube ) की ऋण-ध्रुव से निकली हुई किरणों से उत्पन्न होती है। इन्हीं किरणों को कैथोड किरण ( Cathode Rays ) कहते हैं, यह किरणें ही संसार के सबसे बड़े रहस्यों में से एक को कुंजी हैं। उनके विषय में स्वर्गीय सर विलियम क्रुक्स ( Sir William Crookes ) ने बहुत कुछ पता लग या था। अतएव उनके बाद उस नली का नाम ही क्रुक्स नली ( Crookes tube ) पड़ गया।

जब कभी यह कैथोड किरणें ( Cathode Rays ) किसी पदार्थ से टपकती हैं, तो जो छोटे-छोटे टुकड़े इनके मार्ग में आते हैं, और उनमें जो कुछ भी होता है वह उस पदार्थ पर ऐसा जादू कर देती हैं कि उसमें से अपनी किरणें निकलने लगती हैं। इन नई किरणों में ही आश्चर्यजनक एक्स किरणें ( X Rays ) होती हैं। यह विज्ञान की 'सेध मारने वाली' कही जाती है, यह हमारे शरीरों, दरवाजों, अथवा ईंटों की दीवारों तक के अन्दर से अपना मार्ग बना लेती हैं। यह केवल ताम्बे की ढाल अथवा किसी अन्य भारी धातु से ही रुक सकती हैं।

सन् १८९५ में रांटजेन (Rantgen) अपनी प्रयोग-शाला में क्रुक्स नली के साथ कुछ प्रयोग कर रहा था। उसने बाहर से प्रकाश न देखे जाने के लिये उसको एक काले कागज में लपेटा हुआ था। उसको यह देखकर बड़ा आश्चर्य हुआ कि कुछ गन्ना दूर में ज पर पड़ा हुआ एक गत्ते (Cardboard) का टुकड़ा-जो कुछ पीले दानों से ढका हुआ था, अत्यन्त अधिक चमक रहा है। उसने केवल यही परिणाम निकाला कि काले कागज में से छेदकर कुछ किरणें क्रुक्स नली में से निकलकर उन दोनों के पास तक पहुँची हैं, जिससे वह चमकने लगे। इस प्रकार एक्स किरणों का आविष्कार किया गया।

गत्ते (Cardboard) की उस दप्ती पर बैरियम सैटिनाइड (Barium-platino-Cynide) के दाने थे। सन् १८९५ से लगाकर अब तक की हुई एक्स किरणों की उन्नति में इन किरणों के द्वारा भड़काया जाने पर यही पदार्थ सबसे अधिक किरणें उत्पन्न करता है।

प्रोफेसर रांटजेन ने जब देखा कि यह किरणें कागज को छेद लेती हैं तो उन्होंने सोचा कि अवश्य ही यह माँस के अन्दर से भी निकल आवेगी। जब उक्त दानों से लिपटे हुए गत्ते को हाथ के पीछे किया गया तो माँस के अन्दर से हड्डियाँ दिखलाई देने लगी और यह भी बिल्कुल पारदर्शी थी।

उस आश्चर्यजनक आविष्कार के महत्व को तुरन्त स्वीकार किया गया। इस समाचार को तार द्वारा संसार के सब भागों में भेज दिया गया। इसके साथ यह समाचार भी भेज दिया गया कि मॉस के अन्दर से जाने वाली किरणें अपना अक्स फोटो के प्लेट पर भी बना देगी। एक-दो दिन में ही लन्दन के वैज्ञानिकों ने अत्यन्त सफलता के साथ कुछ मनुष्यों की हड्डियों के फोटो लिये।

### एक्स किरणों की शल्य निदान में सहायता

एक्स किरणों के आविष्कार से विज्ञान में एक नया विभाग ही खुल गया, इस विभाग ने अत्यन्त अधिक शीघ्रता से उन्नति की ओर यह मनुष्य जाति के लिये शीघ्र ही अत्यन्त महत्वशाली बन गया। इस बात का बहुत शीघ्र अनुभव किया गया कि यह आविष्कार निगले हुए सिक्के अथवा मॉस में घुई हुई पिन अथवा सुई का बहुत शीघ्र पता लगा लेगी। इन किरणों को शरीर के अन्दर से निकालने से उपरोक्त बातों के साथ-साथ यह भी देखा जा सकेगा कि शरीर के किस भाग की हड्डी टूट गई है।

आज प्रत्येक अच्छे अस्पताल में एक्सकिरणों का प्रबन्ध है, बहुत से दांतों के डाक्टर उनसे अपने कार्य में बड़ी भारी सफलता से काम लेते हैं। खानों में उतरने वालों

की उनके द्वारा परीक्षा की जाती हैं, जिनसे उनके फेफड़ों की परीक्षा करके उनके स्वास्थ्य की रक्षा की जा सके।

शक्तिशाली एक्सकिरण मशीनों के निर्माण में भी नवीन युग उपस्थित करेगा, उस समय मशीनों को गलत लगाने अथवा उनके कमजोर बनने के कारण दुर्घटनाएं होनी बिल्कुल बंद हो जावेगी। प्रत्येक इंजिनियरिंग कारखाने में एक एक्सकिरणों का डाक्टर भी रहा करेगा, जो इन किरणों से एक मशीन अथवा धातु के टुकड़े की उसी प्रकार परीक्षा किया करेगा, जिस प्रकार डाक्टर मनुष्य शरीर की परीक्षा करता है। जो मशीनें टूट कर धन और प्राणों की हानि करती हैं अथवा बड़े भारी वेग से चलते-चलते टूट जाती हैं उनको एक्सकिरणों की परीक्षा देनी होगी।

### एक लाख बोल्ट विजली लेने वाली बत्ती

अब हमको यह देखना है कि एक्सकिरणों से फोटोग्राफ किस प्रकार लिया जाता है, किरणों एक बड़े भारी उपपादक लच्छे (Induction Coil) से उत्पन्न करके कॉच की एक ऐसी नली में लाई जाती है जिसमें से लगभग दस लाखवे भाग तक की हवा खींची गई हो। अनेक बार शून्याकाश (Vacuum) इससे भी अधिक ऊँचा कर दिया जाता है, क्रुक्स नली (Crookes tube) के दोनों किनारों पर दो साफ प्रवाहकों (Conductors)

के स्थान पर भारी-भारी प्रवाहक रखे जाते हैं, उनके बीच में कैथोड विरोधी (anti cathode) एक वस्तु रखी जाती है, यह नली में से कूद कर निकल भागने का प्रयत्न करने वाली कैथोड किरणों की भयंकर धारा को रोकने के लिये होती है, यह कैथोड विरोधी वस्तु किरणों को समकोण (Right angle) पर घुमा देती है। इस प्रकार वह नली से बाहर का फेंकी जाती है। कैथोड विरोधी प्रायः एक टंगस्टन नाम की धातु (Tungsten) का बटन होता है, जो उसमें उत्पन्न हुई बड़ी भारी उष्णता को रोकता है और एक्स किरणों को निकालता है, यह एक्स किरणें उस बिजली की बत्ती में से निकलती हैं।

इतनी थोड़ी हवा वाली उस बत्ती में बड़ी भारी बाधा (Resistance) होती है, क्योंकि वोल्टाइक बिजली (Voltaic Electricity) शून्याकाश में से नहीं चल सकती। परिणाम यह होता है कि एक्स किरण की नली में बड़े ऊँचे परिमाण एक वोल्ट या इससे भी अधिक की करेण्ट देनी पड़ती है। यह करेण्ट बड़े भारी उपपादक लच्छे (Induction Coil) के सेकण्डरी (Secondary) तार से दी जाती है। यदि इस करेण्ट को नली के अन्दर से न देकर लच्छे अथवा कापल के किनारे पर कूदने दिया जावे, तो सम्भवतः वह बीस इंच वायु को चमका देती है। कभी-कभी बिजली की चिगारी इतनी भयङ्कर होती है कि

यह बिगारी की उत्कृष्ट चादर का रूप धारण कर लेती है। उस समय यह मकड़ी के जाले-जितनी बारीक होती है। उस समय एक नर्तकी के वस्त्रो-जितनी भड़कदार दिखलाई देती है।

जब एक्सकिरण की नली में से करेण्ट को लेजाया जाता है, तो कॉच की बत्ती पर मन्दी हरी चमक के अतिरिक्त और कुछ दिखाई नहीं देता। स्वयं एक्सकिरण अवश्य होती है। उनके अस्तित्व का पता केवल चमकदार दानो अथवा उनके द्वारा फोटो के प्लेट पर उत्पन्न किये हुए परिणाम को देखने से लगता है। उनके वायु को प्रवाहक साधन (Conductive medium) बनाने की अद्भुत शक्ति से भी उनका पता चलता है।

### एक्सकिरणों का प्रयोक्ता रबड़ और ताम्बे का पर्दा क्यों पहने रहता है

एक अस्पताल या रोगी देखने के कमरे के लिए एक्सकिरणों का पूरा सामान एक सुन्दर चौखटे में बन्द रहता है, इस चौखटे में पहिये लगे होते हैं, और यह अस्पताल के किसी भी बाड़ रोगी के कमरे अथवा बिस्तरे के पास ले जाया जा सकता है, देखने में यह बहुत विचित्र नहीं होता, उपपादक लच्छा ( Induction coil ) एक सन्दूक पर रखा हुआ होता है, और दोनो ओर के तार नली के

किनारों से बंधे होते हैं, नली ( Tube ) भी एक हथ्थे ( arm ) वाले सन्दूक में रक्खी होती है, जिससे इसको भी चाहे जिधर घुमाया जा सकता है, तारों में से एक बीच में कटा होता है और वाल्व ( Valve ) से जुड़ा होता है, यह वाल्व बेतार के वाल्व के समान करंट को एक दिशा में चलने देता है क्योंकि एक्स किरण की नली के लिये यह अत्यन्त महत्वपूर्ण है कि उसमें कोई होकर कोई 'उल्टी' किरण न निकले।

किरणों से काम लेते समय पूरी सावधानी रखनी चाहिए, क्योंकि खाल और मौस पर उनका बहुत बुरा प्रभाव हो सकता है। यहाँ तक कि मौस को वह समय आने पर पूरी तौर से नष्ट भी कर सकती है। कुछ आरम्भिक प्रसिद्ध कार्यकर्त्ताओं ने इस नई शक्ति के खतरों के विषय में कुछ न जानते हुए इसका बिल्कुल खुली तौर से उपयोग किया, जिससे उनमें से कई-एक को अपने प्राणों से हाथ धोना पड़ा। इस समय इसके प्रयोक्ता ( ऑपरेटर ) की रक्षा करने के लिए प्रत्येक प्रकार की सतर्कता से काम लिया जाता है। रक्षा करनेवाले पदार्थों में तौबा सब से अच्छा है, क्योंकि यह सब से भारी धातुओं में से एक है, अतएव किरणों इसके अन्दर से छेदकर नहीं जा सकती। रबड़ और तौबे के एक मिश्रण का आविष्कार किया गया है, जिसके दस्ताने, ऐप्रन



( सामने पहने का वस्त्र ) और मुख के पर्दे बनाए जाते हैं। उसमें काँच भी होता है। दो बटा पॉच ( २/५ ) भाग उसमें तॉबा होता है। किरणों से अपनी रक्षा करने के लिए उनको प्रयोग करनेवाले पहना करते हैं।

एक्सकिरणों का ट्यूब भी प्रायः चारों ओर से तॉबा लगे हुए सन्दूक में बन्द रहता है। किसी समय तो एक-एक सन्दूक में चौथाई टन तक ताम्बा लगा होता है, किरणों सन्दूक के सामने के एक छोटे-से छिद्र में होकर निकलती हैं। कभी-कभी एक्सकिरणों से ऐसे व्यक्तियों का फोटो भी लिया गया है, जो अस्पताल से सौ गज दूर जाकर बैठ गए हैं।

### एक्सकिरणों का चिकित्सा में उपयोग

इन किरणों का निदान के अतिरिक्त चिकित्सा में भी बहुत उपयोग किया जाता है, एक रोगी पर प्रयोग की जाने पर यह किरणें उसके स्वास्थ्य को हानि पहुँचाने से पूर्व उसके शरीर के फालतू मैल को निकालती हैं, इनके द्वारा बिना चीर-फाड़ के अनेक रोगियों को आराम किया जा चुका है।

### एक्सकिरणों का व्यापार में उपयोग

इन किरणों का व्यापारिक-कार्य में भी उपयोग किया जाता है। यह ताम्बाकू के पौदे की पत्तियों पर आक्रमण

करनेवाले कीड़ों को नष्ट करती हैं। अभी तक तम्बाकू की पत्तियों के नष्ट हो जाने से बड़ी भारी हानि हुआ करती थी, किन्तु इन रहस्यपूर्ण किरणों ने उन कीड़ों को भी नष्ट कर दिया।

### एक्सकिरणों-द्वारा चुङ्गी को चोरी को पकड़ना

एक्सकिरणों के और भी ऐसे अनेक उपयोग हैं, जिनका व्यापार से कोई सम्बन्ध नहीं है। बन्दरगाह पर चुङ्गी ( कस्टम हाउस ) के अफसर कभी-कभी गोंठों और बण्डलों की परीक्षा करते हैं, कि उनमें कोई वस्तु चुङ्गी योग्य तो नहीं है। बूट जूते के कारीगर भी एक्सकिरण के एक साफ सन्दूक से काम लेते हैं। जिसके ऊपर जूता पहने से पूर्व पैर रक्खा जा सकता है, इससे बूट के अन्दर भी पैर की हड्डियाँ दिखलाई दे जाती हैं और यदि पैर दुबता हो या उसको बूट में आराम न मिलता हो तो गलती ठीक की जा सकती है।

### एक्सकिरणों द्वारा जवाहरात की परीक्षा

एक्सकिरणों के द्वारा कभी-कभी असली और नकली जवाहरात की परीक्षा भी हो जाती है। असली हीरा लग-भग पारदर्शी दिखलाई देगा जब कि नकली हीरा काला दिखलाई देगा।

प्रोफेसर रॉन्टजेन ( Rontgen ) के आविष्कार के

बाद से एक्सकिरणों में बड़ी भारी उन्नति हुई। पहिले फोटो लेने में कई मिनट लगते थे। किन्तु अब एक सेकिड का हजारवाँ भाग भी नहीं लगता। एक्सकिरणों के द्वारा हृदय की धड़कन, फेफड़ों की कार्य शैली और शरीर विज्ञान के सम्बन्ध में अन्य अनेक चलते फिरते चित्र लिए गए हैं। इसके द्वारा डाक्टर को अपने रोगी के अन्दर भोंकने की शक्ति मिल गई है। वास्तव में विज्ञान के इतिहास में यह सबसे बड़े लाभों में से एक है।

कुछ वर्ष पूर्व संयुक्त राज्य अमरीका में डाक्टर कूलिज ( Dr Coolidge ) ने आविष्कार करके एक्सकिरणों के लिए भावों चौकसी को हों बदल डाला है। उन्होंने एक साधारण दङ्ग का आविष्कार किया है, जिसमें इन किरणों को भारी से भारी धातु को भी छेदकर पार करने की शक्ति दी है। एक सामान्य बिजली की बत्ती को जलाने पर कैसी अद्भुत शक्ति हो जाती है। प्रकाशित फिलामेन्ट ( Filament ) से लाखों और करोड़ों विद्युत् अंश उड़ते रहते हैं। डाक्टर कूलिज ने अपने न्यूब की ऋण ध्रुव ( Negative Pole ) में एक कुण्डलाकार प्रकाशित फिलामेन्ट लगाया, जिससे वह इन विद्युत् अंशों की एक धारा धन ध्रुव ( Positive Pole ) की ओर छोड़ता था। विद्युत् अंश एक सुगम मार्ग देते हैं, जिनके ऊपर से कैथोड किरणें ( Cathode Rays ) जा सकती हैं। जितने ही विद्युत् अंश

अधिक होंगे उतना ही कैथोड किरणों को धन और ऋण के अन्तर को पार करना अधिक सुगम होगा। अतएव फिलामेन्ट को जितना ही अधिकाधिक उष्ण किया जावेगा उतना ही वह अधिक प्रकाशित होगा, उतनी ही अधिकाधिक कैथोड किरणें कैथोड विरोधियों पर आक्रमण करेगी और उतनी ही अधिकाधिक शक्तिशाली एक्सकिरणें उत्पन्न होती जावेगी।

किन्तु यदि विद्युत् अंशों की एक छोटी धारा ही निकले तो कैथोड किरणों को एक्सकिरण के द्युब की धन और ऋण ध्रुवों को पार करने में अधिक से अधिक कठिनाई होगी। वह केवल बोल्ट संख्या को बढ़ाने से ही दोनों ध्रुवों को पाट सकेंगे। इन किरणों को छेदने की शक्ति पूर्णतया बोल्टों की शक्ति पर निर्भर है। इस प्रकार अपना द्युब लगाकर डाक्टर कूलिज इतनी छेदने वाली शक्ति की किरणों को उत्पन्न कर सके, जिनकी कभी पहिले कल्पना भी नहीं की गई थी।

**एक्सकिरणें इस्पात के अन्दर से भी निकल गईं**

डाक्टर कूलिज के इस आश्चर्यजनक आविष्कार से एक्सकिरणों में एक नवीन युग का आरम्भ हो गया। एक खूँटे को पृथ्वी में अधिक गहरा गाड़ने के लिए एक्सकिरणों की काफी तेजी पहुँचाने की आवश्यकता है। कठोर से कठोर धातु में भी इन किरणों को पहुँचा कर सलाई से

टटोला जा सकता है। कूलिज के ट्यूब से एक्सकिरणों को चलाने की इतनी शक्ति मिल गई कि वह इस्पात को तीन या चार इंचों तक छेद सकती थी, मनुष्य के शरीर में से वह वायु के समान निकल जातो है। तो भी उनको इच्छानुसार इतना कोमल बनाया जा सकता है कि उनसे तितली के पंखों का चित्र भी ले सकते हैं।

### लोहे के अन्दर भाँकना

इञ्जीनियरो के लिए यह किरणें अत्यन्त महत्व की हैं। जब इञ्जन का कोई भाग बनाया जाता है तो धातु को गलाकर एक सॉचे में डालकर ढाला जाता है और फिर उसको ठंडा किया जाता है। किन्तु सम्भव है कि ठंडा करने में कोई दराड आगई हो। जिसके कारण मशीन चलती-चलती टूट सकती है।

ऐसे दराडों को जानना तब तक असम्भव था जब तक धातु के अन्दर न भाँका जा सके। किन्तु एक्सकिरणों की सहायता से उसका चित्र लेकर छोटे से छोटी दराड का भी पता लगाया जा सकता है। लोहे की कच्ची दशा में ही ऐसा करने से आगे होने वाला सब परिश्रम बचाया जा सकता है।

हवाई जहाजों के लकड़ी के महत्वपूर्ण भागों की परीक्षा भी एक्सकिरणों के द्वारा की जाती है। लकड़ी के अन्दर ही अन्दर कीड़ों द्वारा किये हुए छेदों का पता इसके द्वारा

सुगमता से लगाया जा सकता है। इन छेदों के कारण ही कई-कई हवाई जहाज आकाश में उड़ते समय टूट चुके हैं। जिससे बड़ी भारी धन और जन की हानि उठानी पड़ी है। एक्सकिरणों ने इस प्रकार हवाई यात्रा में भी कुछ सुविधा प्रदान की है।

उनका उपयोग धातुओं को गढ़कर मिलाने में भी किया जाता है। दो धातुओं के भागों को अत्यधिक उष्णता से गलाकर एक किया गया। यदि वह दोनों ठीक-ठीक नहीं मिले तो जिन भागों पर अधिक जार पड़ेगा वह चटख जावेंगे। यदि वह ठीक-ठीक नहीं मिले हैं तो यह किरणों उसकी त्रुटि को ठीक-ठीक बतला देगा। इस प्रकार यह अन्वेषक किरणें इस्त्रीनियरो के लिए भी अत्यधिक उपयोगी हैं।

यह किरणें खेलों में भी अपना काम करती हैं। क्रिकेट अथवा हाकी की गेंदों को पहिले इन किरणों द्वारा देख लेना चाहिए कि प्रत्येक गेंद में धातु की सामग्री ठीक केन्द्र में है अथवा नहीं। यदि वह केन्द्र में न होगी तो उसका संतुलन (Balance) ठीक न रहने से उसके द्वारा ठोक-ठीक न खेला जा सकेगा।

चित्रों के पहचानने में भी इन किरणों ने महत्वपूर्ण कार्य किया है। पहिले समय के चित्रकारों के तैल चित्रों के चमकदार रङ्ग वर्तमान रङ्गों की अपेक्षा इन किरणों के

लिए अधिक धुंधले होते हैं। एक्सकिरण के फोटोग्राफ में उनका अन्तर बिल्कुल स्पष्ट हो जाता है। उत्तम चीनी मिट्टी और मिट्टी के बर्तनों के विषय में भी यही बात है। उनमें भी बड़ी सुगमता से धोखेबाजी पकड़ी जा सकती है।

एक्सकिरण बतलाती है कि हम अपने दैनिक जीवन में जितनी वस्तुओं से काम लेते हैं वइ सब चमकदार दानों ( Crystals ) से बनी हुई है और उक्त प्रत्येक दाना परमाणुओं ( Atoms ) से बना हुआ है। इस प्रकार अब इन किरणों के द्वारा संसार की रचना का पता लगाया जा रहा है।

## इकोसवाँ अध्याय



### विजली की शक्ति का भविष्य

देहली, बम्बई, कलकत्ता आदि में सब कोई बिजली की ट्रामों में बैठते हैं। बिजली की रेलगाड़ी का दक्षिणी योराप में बहुत प्रचार है किन्तु भारत में भी वह बम्बई के चारों ओर चल रही है। यह आशा की जाती है कि वाष्प के इंजिनों का स्थान पूरी तौर से बिजली ले लेगी और भावी सन्ताने वाष्प के इंजिनों को आश्चर्य से देखा करेगा। क्योंकि फ्रांस में सब को सब रेलों को बिजली से चलाया जाता है। दूसरे देश भी उसका अनुकरण शीघ्रता से करते जा रहे हैं।

बिजली हमारे शब्द को पृथ्वी के पार पहुँचाती है, हमका प्रकाश देती है और हमारी मशीनों को चलाती है, यह झरनों और नदियों से शक्ति बनाती है, जो संसार की सम्पत्ति को बनाती है। हमको एक स्थान से दूसरे स्थान को लेजाने में और व्यापारिक माल को संसार के सब कोनों में पहुँचाने में भी इसका महत्व बढ़ता जाता है।



कोयले के कारण से रेलों को बड़ी असुविधा है। कोयला सब कहीं उत्पन्न नहीं होता। अतएव जहाँ कोयला नहीं होता वहाँ उसको लादकर लाना पड़ता है। जिससे उसकी कीमत बढ़ जाती है।

यदि अपनी खानों में ही कोयला बड़े-बड़े वाष्प के एंजिनो को चलावे और व्ह बड़े-बड़े डायनमो को चलावे, तो इसी काली शक्ति से बिजली की करंट बन जावे। बिजली करेन्ट को दूसरे स्थान पर पहुँचाने के लिये रेल-गाड़ी अथवा जहाजों की आवश्यकता नहीं पड़ती। यह तार के द्वारा ले जाई जाती है और यह चाहे जहाँ चलायात्र में पहुँच सकती है।

यह कारण है कि वाष्प का स्थान बिजली क्यों जल्दी-जल्दी लेती जा रही है। दूसरा कारण यह है कि वाष्प के बाएलर से बहुत शक्ति नष्ट करके शक्ति उत्पन्न की जाती है। यह सत्य है कि खानों में बिजली उत्पन्न करने में भी इस शक्ति का अपव्यय होगा ही। किन्तु सहस्रो लोको-मोटिव एंजिनो की अपेक्षा एक बड़ा भारी कारखाना अवश्य ही कम व्यय से खुलेगा।

आज जिस देश में भी अधिक भरने हैं वह अधिकाधिक बिजली बनाता जाता है।

यह बिजली बराबर कोयले को हटाकर उसका स्थान लेती जाती है। जिससे बिजली की गाड़ियों का अधिका-

अधिक प्रचार होता जाता है। समुद्र में बिजली के जहाज पहिले से ही अधिक चल रहे हैं। तेल के एंजनों से चलाये हुए डायनमो से करेट उत्पन्न की जाती हैं, जिससे शक्ति-शाली मोटर चलवाये जाते हैं।

### ट्राम गाड़ियाँ

बिजली की करेट से सबसे अधिक ट्रामगाड़ियाँ काम लेती हैं। योरोप में ट्रामगाड़ियाँ पहिले दो घाड़ों से चला करती थी। ऊँचे स्थान पर चढ़ने के लिये उनमें एक तीसरा घोड़ा भी लगाया जाता था। किन्तु बिजली की ट्राम किसी भी पहाड़ी पर चल सकती है, उसको बिजली उधार लेने कहीं नहीं जाना पड़ता।

बिजली की ट्राम बिजली को प्रायः ऊपर के तार से लेती है। यह तार स्थान-स्थान पर लगे हुए खम्भों में ठीक-ठीक तारों से पृथक्-पृथक् लगे रहते हैं। ट्राम की पटरियाँ भी दूसरे प्रवाहक (Conductor) का काम देती हैं। ऊपर का तार और नीचे की पटरियाँ दानों मिलकर बिजली की बैटरी के दो तारों के समान काम करती हैं। योरोप में कहीं-कहीं ट्राम हैं, जिनमें न बैटरी है और न तार है उनमें पृथ्वी के नीचे के तार से शक्ति पहुँचाई जाती है। ट्रामों के नीचे मोटर लगे रहते हैं, जिन पर धूल या पानी कुछ नहीं पहुँच सकता, यह पूर्णरूप से लोहे के ढक्कन में बन्द रहते हैं, जिससे यह किसी को दिखलाई

नहीं देते। ट्राम को चलाने में बड़ी भारी शक्ति की आवश्यकता पड़ती है।

ट्राम के ड्राइवर (चलानेवाले) को अपने शासन की शक्तियों का ज्ञान रेल के ड्राइवर के समान नहीं होता। ट्राम की मशीन बिल्कुल सुगम होती है, जिसमें ड्राइवर को बिल्कुल दिक्कत उठानी नहीं पड़ती। ट्राम जितनी ही अधिक तेज चलती है बिजली उतना ही कम खर्च होती है। ट्राम के स्टार्ट होने और चढ़ाई पर चढ़ने में बिजली अधिक लगती है।

### बिजली की रेल गाड़ियाँ

ट्राम गाड़ियों की इतनी अधिक सफलता देखकर यह विचार उत्पन्न हुआ कि रेलगाड़ियों को भी बिजली से ही चलाया जावे, धीरे-धीरे पृथ्वी के अन्दर रेल गाड़ियाँ चलाई जाने लगी, जिनमें लन्दन की रेलवे अधिक प्रसिद्ध है।

रेलगाड़ी का बोझ ट्राम की अपेक्षा अधिक होता है। बिजली का ऐंजन भी बड़ा ही होता है। थोड़ी दूर जाने के लिए एक गाड़ी में मोटर लगा दिया जाता है और बाकी डब्बे यात्रियों के काम आते हैं, किन्तु दूर की यात्रा और भारी-भारी गाड़ियों के लिए बिजली के विशेष प्रकार के लोकोमोटिव ऐंजिनो का आविष्कार किया गया है। इस समय अनेक ऐंजिनो को काम में लाया जा रहा है।

बिजली की रेलगाड़ी की विशेषता यह होती है कि

उसमे केवल एक ही ड्राइवर होता है। वाष्प के ऐंजिन के समान उसमे भट्टी के न होने से उसके देखनेवाले आदमी की भी बचत हो जाती है। कुछ व्यक्तियों को सन्देह है कि इसमे ड्राइवर के लिये खतरा है, किन्तु यह बिल्कुल ग़लत बात है, क्योंकि ऐंजिन को चलानेवाला हैडिल इस प्रकार लगाया जाता है कि यदि ड्राइवर से छूट भी जावे, तो वह स्वयं ही रोकने की दशा पर जा पहुँचता है और गाड़ी स्वयं खड़ी हो जाती है।

बम्बई की बिजली की रेल में ऊपर के तार से बिजली ली जाती है। किन्तु अन्य देशों में प्रायः दो पटरियों का प्रयोग किया जाता है। एक पटरी रेल की पटरियों के बीच में होती है और दूसरी पृथक् होती है। अर्थात् इस प्रकार की बिजली की रेल के मार्गों में रेल की चार पटड़ियाँ बिछी होती है। दो गाड़ियों के पहियों के लिए होती है और दो बिजली की करेंट को ले जाने का काम देती हैं। बिजली के मोटरो को बड़े ऊँचे वोल्ट की करेंट दी जाती है। बिजली भरी हुई रेल की पटरियों को छूना बड़ा भयंकर है, बल्कि उनको छूने से प्रायः मृत्यु हो जाती है, किन्तु मनुष्यों को इस आपत्ति से अपने को बचाने का अभ्यास इतना शीघ्र हो जाता है कि इतनी-इतनी दूर तक पटड़ियों के बिछे रहने पर भी मनुष्य उन पर बराबर काम करते हैं और बहुत कम दुर्घटनाएँ होती हैं।

## बिजली की रेल के लिए आवश्यक बड़ी भारी करेंट

लम्बी-लम्बी दूरी की रेलों में बिजली से बड़ा कठिनाता से काम लिया जाता है। बिजलीघर से आनेवाली करेंट बहुत बड़ी वोल्ट संख्या की होनी चाहिए। क्योंकि कम संख्या वाले वोल्ट की करेंट के लिए बड़े मोटे और कीमती तौबे के तार की आवश्यकता पड़ती है जिससे उसमें बहुत अधिक बाधा (Resistance) न आवे, इस कठिनाई को जीतने के लिए कई सहस्र वोल्ट की करेंट देनी पड़ती है। मोटर को चलाने में इससे कम करेंट दी जाती है। जमीन के नीचे की रेलों के लिए ११ सहस्र वोल्ट की आल्टर्नेटिंग (A.C.) करेंट उत्पन्न की जाती है। छोटे-छोटे स्टेशनों पर इसको बदलकर ५०० वोल्ट की डाइरेक्ट (D.C.) करेंट बना लेते हैं।

रेल के लम्बे मार्ग का विभाग सेक्सनो (Sections) में कर लेते हैं। और प्रत्येक सेक्सन को प्रथक्-प्रथक् बिजली दी जाती है।

## स्वयं होनेवाले सिगनल

बिजली की रेलों के पश्चात् अन्य अनेक नवीन आविष्कार आते हैं। उनमें स्वयं होनेवाले सिगनल (Automatic Signals) विशेष प्रसिद्ध है। इनसे एक रेलगाड़ी दूसरी को दिखला सकती है कि लाइन खाली है,

अथवा नहीं। पर्वत की गुफाओं अथवा पृथ्वी के नीचे ललनेवाली रेलों को नल वाली गाड़ी अथवा ट्यूब रेलवे ( Tube Trains ) कहते हैं। इनका कार्य अपने आप होनेवाले सिगनलों से ही होता है। यह देखा जा चुका है कि एक गोदाम में से आनेवाली बिजली की निर्बल करेट उस गोदाम की बिजली को दूसरे यन्त्र में भर सकती है। यहाँ वह बिजली [सिगनल के लैम्प अथवा संकेत करने के यन्त्र ( Signalling Apparatus ) में भर जाती है। 'करेट को रेल की पटरियों में से गोदाम में ले जाया जाता है। किन्तु यह गोदाम में तभी जा सकती है, जब दोनों पटरियों प्रवाहक ( Conductor ) जुड़ी हुई हों।

जिस समय गाड़ी पटरी के ऊपर से चली जाती है, करेट एक पटरी से दूसरी पटरी में धातु के पहियों और धुरे के बीच में से आ जाता है, घेरा ( Circuit ) पूरा हो जाता है और गोदाम स्वयं ही सिगनल दे देता है। इस प्रकार पीछे से आनेवाली गाड़ी सिगनल से जान जाती है कि उसके सामने दूसरी गाड़ी है अथवा नहीं। घेरे ( Circuit ) के उत्तम प्रबन्ध से लाइन के धिरे होने पर सिगनल का लाल लैम्प जल जाता है और लाइन के खाली होने पर हरा लैम्प जल जाता है।

### बिना ड्राइवर की रेलगाड़ी

बिजली की रेलों के लिए एक आश्चर्यजनक आविष्कार

का प्रस्ताव किया गया है। यह एक भयंकर लाइन है, जो बिना इन्जिन ड्राइवर के ही अपने आप काम करती है। सन् १८१२ में इंग्लैण्ड में एक ऐसी ही रेल की परीक्षा की गई थी। यह बिना ड्राइवर की रेलगाड़ी तीन मील प्रति घण्टा की तेज़ी से जाती थी। बड़ी-बड़ी बुद्धिमतापूर्ण मशीनों से यह गाड़ी मोड़ पर स्वयं ही धीमी पड़ जाती थी। स्टेशन पर यह इतनी सफाई से खड़ी हो जाती थी कि जैसे मनुष्य खड़ी कर लेता है। यह गाड़ी कई लीवरों ( Levers ) से ही चलती और रुकती थी। यह लीवर गाड़ी के एक किनारे पर एक सन्दूक में रहते थे। यहाँ एक आदमी चार हॉर्स पावर मोटर से उन छोटी-छोटी गाड़ियों को काबू में रखता था। इस ऑपरेटर के सामने एक तख्ता होता था, जिस पर गाड़ियों की गति का पता स्वयं लग जाना था।

### बिजली का भविष्य

इस विचार को अभी तक बहुत कुछ कार्य रूप में परिणत नहीं किया गया है। किन्तु बहुत शीघ्र वह दिन आनेवाला है, जब इस विषय में बड़ी-बड़ी उन्नति की जा चुकेगी। यह आशा की जाती है कि निकट भविष्य में ही वह दिन आने वाला है जब रेलगाड़ियों और जहाज़ों को बेतार के द्वारा बिजली दी जाया करेगी।

गत कुछ वर्षों में इतनी आश्चर्यजनक उन्नति की गई

है कि किसी बात को भी असम्भव नहीं बतलाया जा सकता। बिजली के द्वारा सब कार्य बड़ी सुगमता से किये जा सकते हैं। इसको अपरिमित परिमाण में बनाया जा सकता है और असंख्य कार्यों में इसका उपयोग किया जा सकता है। अब भी बिजली के ऐसे रसायनों का पता लग सकता है। जिनके विषय में हमको गुमान भी नहीं है।

कोई नहीं कह सकता कि संसार की बिजली की प्रयोग-शालाओं के कार्य का क्या परिणाम हो।





## बाईसवाँ अध्याय



### कोयला और उसके आविष्कार

अद्यपि कोयला एक पौष्टिक पदार्थ है और यह मनुष्य जाति के जन्म से भी बहुत पहिले से पृथ्वी के गर्भ में छिपा पड़ा है। तौ भी 'वर्तमान आविष्कार' नाम के इस ग्रन्थ में इसका वर्णन इस कारण किया गया है कि वर्तमान आविष्कारों में कोयले का बड़ा भारी भाग है, यदि आज पृथ्वी के गर्भ में कोयले की खानें न होती तो सम्भवतः आज हम अब से दो सौ वर्ष पीछे के युग में होते। रेल, इन्जिन आदि सबका आविष्कार कोयले से ही हुआ है।

'पृथ्वी और आकाश' नाम की पुस्तक में कारबेनी-फेरस युग के वर्णन में बतलाया जा चुका है कि उस समय पृथ्वी भर में विशालकाय वृक्ष उत्पन्न हो गये थे। जो इस युग के बीतते-बीतते पृथ्वी में दब गये और धीरे-धीरे कोयला बन गये। इनके ऊपर पृथ्वी की तह पर तह चढ़ती

गई'। कहीं-कहीं इन तहों पर फिर वृद्ध उत्पन्न हो गये और वह भी गिरकर कालान्तर में कोयला बन गये।

इस समय संसार के देशों के व्यापार को देखकर कहना पड़ता है कि कोयला एक ऐसा चुम्बक है जो दूसरे व्यापारों का आकर्षण करता है। जिस देश में कोयला अधिक है वही अधिक धनवान् भी है। कोयले में बौद्ध बहुत होता है। यह इतना भारी होता है कि इसको ले जाना बड़ा कठिन होता है। अतएव कोयले की खानों के पास ही कारखाने बन जाते हैं, जिससे कोयले को लेजाने की लागत बचाई जा सके। कच्चे माल को कोयले के पास लाकर उससे पक्का माल बनाने में इसकी अपेक्षा सस्ता पड़ता है कि कच्चे माल के पास कोयले को ले जाया जावे।

इस प्रकार अपने पास उद्योगधन्यो का आकर्षण करने में कोयला चुम्बक अथवा मैग्नेट का काम करता है।

इंग्लैण्ड की इतनी बड़ी समृद्धि का कारण कोयला और उसका समुद्र के पास होना है, क्योंकि वह संसार-भर से कच्चा माल ला-लाकर अपने कारखानों को देता है और उनसे पक्का माल बनाकर फिर संसार के बाजारों में भेज देता है।

इस प्रकार इंग्लैण्ड, स्कॉटलैण्ड और वेल्स तीनों ही अपने कोयले की खानों के कारण अच्छे व्यापारी देश बन

गये, जब कि आयर्लैंड को कोयले के बिना केवल कृषि पर ही निर्वाह करना पड़ा।

संसार में सब से अधिक कोयला संयुक्त राज्य अमरीका, जर्मनी और ग्रेट ब्रिटेन में होता है। यदि संसार-भर के कोयले का परिमाण पाँच टन रक्खा जावे, तो उसमें से चार टन यह तीनों देश उत्पन्न करते हैं। इसी कारण यह तीनों देश सब से अधिक समृद्ध हैं। यदि इनका कोयला समाप्त होजावे, तो निश्चय से इन देशों की आर्थिक परिस्थिति शोचनीय होजावेगी।

### कोयले का युद्ध में महत्व

शान्ति के समान युद्ध काल में भी कायले का महत्व कम नहीं है। युद्ध में यह कारखानों में शस्त्रास्त्रों को बनाता है और रेलगाड़ियों तथा हवाई जहाजों को खाँचकर लाता है। गत महायुद्ध में ब्रिटेन और अमरीका के कोयले ने मित्रराष्ट्रों को बहुत सहायता पहुँचाई थी। बहुत थोड़े कोयले वाला फ़्रान्स और बिना कोयले का देश इटली इस सहायता के बिना कभी युद्ध नहीं कर सकते थे। वार्सेलोज की सन्धि के अनुसार जर्मनी का बहुत-सा कोयला फ़्रान्स को दे दिया गया। अतः जर्मनी की शक्ति अब उतनी नहीं है।

### भिन्न-भिन्न देशों के कोयले का परिमाण

सन् १९१३ में संसार-भर में १,३४,२०,००००० टन

कोयला उत्पन्न हुआ था। इसके नौ वर्ष पश्चात् सन् १९२२ में यह संख्या गिरकर १२००,०००,००० टन ही रह गई। इसमें से संयुक्तराज्य अमेरिका ने ४१७०००,००० टन, जर्मनी और पोलैण्ड ने मिलकर ३०२०००,००० टन और ग्रेट ब्रिटेन ने २५६०००,००० टन कोयला उत्पन्न किया था। इस प्रकार अकेले अमेरिका ने ही संसार-भर के कोयले का तृतीयांश उत्पन्न किया था। अमेरिका के इतना धनी और शक्तिशाली होने का यह एक रहस्य है। अमरीका के पास कोयला, तेल, रूई, लांहा और तांबा संसार-भर में सब से अधिक है।

एक वर्ष के अन्दर भारत ने लगभग २२०००,००० टन, कनाडा ने लगभग १५०००,००० टन, आस्ट्रेलिया ने लगभग १५०००,००० टन, दक्षिणी अफ्रीका ने लगभग १२०००,००० टन, स्पेन ने लगभग ६०००,००० टन, हालैण्ड ने लगभग ४०००,००० टन और न्यूजीलैण्ड ने लगभग २,०००,००० टन कोयला उत्पन्न किया। किन्तु इन सब का योगफल भी अमरीका के कायले के बराबर नहीं है।

अतएव कोयला राष्ट्रों के व्यापार को बढ़ाने के साथ-साथ जन-संख्या को भी खींचता है।

**कोयले के द्वारा वाष्प के प्रभु का आविष्कार**

पहले-पहल जब कोयला खानों में से खोदा जाता था,

तो थोड़ा नीचे जाने पर ही पानी निकल आता था। अतः एव इस पानी को दूर करने के उपाय सोचे जाने लगे। आवश्यकता आविष्कार की जननी है। इस लोकोक्ति के अनुसार उस समय वाष्प के एंजिन का आविष्कार किया गया। न्यूकोमैन का वाष्प का एंजिन ( Newcomen's Steam Engine ) इस कार्य के लिए अत्यन्त उपयोगी प्रमाणित हुआ। वह अन्दर के सब पानी को निकालकर बाहर फक देता था, जिससे अब कोयले की खाने अधिकाधिक गहरी खुदती गई।

### कोयले-द्वारा रेलगाड़ी का आविष्कार

ज्यो-ज्यो खानों की गहराई बढ़ती गई, कोयले का परिमाण भी बढ़ता गया। अतः अब कोयले को ढोने में बड़ी कठिनाई जान पड़ने लगी। अतएव पहले तो ट्रेन की पटरियों का आविष्कार करके कोयले को उन पर से ठेले पर लेजाया जाता था। किन्तु बाद में कोयले की खान के इञ्जीनियर लोग सोचने लगे कि जेम्स वाट ( James Watt ) के द्वारा उन्नति किये हुए वाष्प के एंजिन का लोहे की पटरियों पर कोयला लेजाने में किस प्रकार उपयोग किया जावे। इन गहन विचारों में रिचर्ड ट्रेविथिक ( Richard Trevithick ) और जार्ज स्टेफेन्सन ( George Stephenson ) मुख्य थे। रिचर्ड का जन्म सन् १७७१ और जार्ज का सन् १७८१ ई० में हुआ था।

उन्होंने वाष्प के लोकोमोटिवो का आविष्कार किया। अब वह कोयले को लेजाने में बड़ी भारी सहायता देने लगे।

सन् १७४० में अब्राहम डरबाई ( Abraham-Darby ) ने यह आविष्कार किया था कि लोहे को लकड़ी के स्थान में कोयले से भी गलाया जा सकता है। उस प्रकार धीरे-धीरे लोहे के कारखाने खुलने लगे और रेल-गाड़ियों को वर्तमान रूप की प्राप्ति हुई।

### यदि संसार का कोयला समाप्त हो जावे

यदि संसार की कोयले को खानों से सब कोयला निकाल लिया जावे तो क्या हो ? किन्तु यह प्रश्न अभी बहुत दूर का है। यह अनुमान किया गया है कि अकेले ग्रेट ब्रिटेन की खानों में ही अभी १८०,००० ०००,००० टन कोयला मौजूद है। अमेरिका और जर्मनी में तो इससे भी कहीं अधिक है। अतः इतने कोयले को अभी कई शताब्दियों तक खोदना मुगम नहीं है।

किन्तु कोयले के समाप्त होने से बहुत पूर्व ही विज्ञान ऐसे साधन ढूँढ लेगा जिससे कोयले को हम स्वयं ही छोड़ देंगे। बिजली अनेक स्थानों में कोयले का स्थान लेती जाती है। किन्तु बिजली अभी पर्याप्त मात्रा में नहीं बनाई जाती।

इस समय कोयले के कारण बहुत से पुरुष और बच्चे धन्दे सिर लगे हुए हैं। इंग्लैण्ड में इस समय ११ लाख

व्यक्ति कोयले की खानों में मजदूर हैं। अपने परिवारों की संख्या को मिलाकर उनकी संख्या चालीस लाख होती है। अर्थात् ब्रिटेन के प्रत्येक बारह व्यक्तियों में से एक की आजीविका कोयले की मजदूरी से होती है।

### कोयले की खानों में भय

कोयला खोदना बड़ा भारी भय का काम है। कोयले में ऐसे-ऐसे गैस निकलते हैं, जिनसे तत्क्षण मृत्यु हो सकती है। कोयले में मेथेन (Methane) नामक गैस होता है। यह गैस प्रकाश को देखते ही जल उठता है। कोयले में कारबन डायोक्साइड गैस (Carbon Dioxide) होता है, जो दम घोट देता है।

दुर्घटनाएँ तो इन खानों में नित्यप्रति होती रहती हैं। कभी छत गिर पड़ती है। कभी-कभी मनुष्यों को नीचे ले जानेवाले पिजरे या लिफ्ट बिगड़ जाते हैं। कभी-कभी पृथ्वी के अन्दर-अन्दर कोयला ले जाने वाली रेलों की दुर्घटना हो जाती है। ब्रिटेन में कोयले की खानों की दुर्घटनाओं से होनेवाली मृत्युओं का औसत १५०० व्यक्ति हैं, जब कि ज़ख्मियों का औसत तो दस सहस्र के आस-पास है। ब्रिटेन में कोई-कोई खाने तीन सहस्र फुट गहरी हैं। उनमें अत्यन्त उष्णता के कारण मजदूरों को नंगे होकर काम करना पड़ता है।

### कोयले के गर्भ की अमूल्य सम्पत्ति

अभी गत कुछ वर्षों में ही पता चला है कि कोयला केवल जलाने के ही काम नहीं आता वरन् यह ठोस लकड़ियों, गैस की लकड़ियों, तेल, बीरोजा, राल, अमोनिया और बेन्जोल (Benzol) आदि का वच्चा माल है। इन वस्तुओं से बड़ी-बड़ी कीमती वस्तुएँ बनाई और निकाली जाती हैं, जहाँ केमिस्टों (Chemists) रंगनेवालों, फोटोग्राफरों और डाक्टरों के काम आती हैं। कोयला जलाते समय उसमें की यह सब उपयोगी वस्तुएँ नष्ट हो जाती हैं। अतएव कोयला एक बड़ा भारी सम्पत्ति है।





## तेईसवाँ अध्याय



### तेल और उसके आविष्कार

तेल बड़ी भारी कीमती वस्तु है। यह अनेक रूपों में मिलता है। अपने ठोस रूप में इसी को चर्बी कहा जाता है। मुख्य रूप से यह हाइड्रोजन (Hydrogen) और कार्बन (Carbon) का बना हुआ होता है।

तेल तीन साधनों से मिलता है—पौदों, प्राणियों और पृथ्वी से। प्राणियों में तो इसका अत्यन्त अधिक महत्व है। इसको खाने से शरीर में शक्ति आती है।

वनस्पति और प्राणियों से मिलनेवाले तेल के अतिरिक्त तीसरे प्रकार का तेल पृथ्वी से निकलता है। इस तेल को मिट्टी का तेल अथवा पेट्रोलियम (Petroleum) कहते हैं। उन्नीसवीं शताब्दी के अन्त में इस तेल का महत्व बहुत अधिक बढ़ गया। तब से लगाकर इसका महत्व बढ़ता ही जाता है। यद्यपि ब्रिटेन में बहुत थोड़ा तेल निकलता है, किन्तु संसार के लगभग आधे तेल के साधन

ब्रिटिश कम्पनियों के हाथ में हैं। तेल भी शान्ति और युद्ध दोनों के समय एक-सा महत्वपूर्ण है। यह मोटर कारों, लारियो, मशीनों और जहाजों को चलाता है। स्वयं ब्रिटिश सरकार ने ऐंग्लो पर्शियन ऑयल कम्पनी में अपना बहुत-सा रुपया लगा रक्खा है।

मिट्टी के तेल का आविष्कार नया नहीं है। बाईबिल में इसका अनेक स्थानों पर उल्लेख किया गया है। प्राचीन चीनी और जापानी लेखकों ने भी इसके विषय में लिखा है। संस्कृत साहित्य में भी इसका खनिज स्नेह के रूप में वर्णन आता है।

**पृथ्वी में मिट्टी का तेल कहाँ से आया ?**

पहले यह विचार किया जाता था कि मिट्टी का तेल जड़ साधनों अर्थात् कुछ रासायनिक क्रियाओं से बनता है। किन्तु अब सिद्ध हो गया है कि मिट्टी का तेल अत्यन्त प्राचीन काल से पृथ्वी में दबे हुए प्राणियों की चर्बी का भाग है।

कुछ भूगर्भ-शास्त्रियों का मत है कि प्राणी और पौदे दोनों का अंश मिट्टी के तेल में आता है, किन्तु दूसरों का विश्वास है कि यह केवल प्राणियों में से ही निकलता है। यह सम्भव हो सकता है कि कहीं यह तेल प्राणियों में से निकला हुआ हो और कहीं वनस्पतियों में से निकला हुआ हो। कोयले के विषय में भी इसी प्रकार अनेक साधन

है। भिन्न-भिन्न तेलों की खानों के पृथक्-पृथक् साधन हैं।

सर बावर्टन रेडवुड ( Sir Boverton Redwood ) एक बड़े भारी प्रामाणिक भूगर्भ-शास्त्री थे। आपने मिट्टी के तेल का इतिहास बतलाते हुए, कारबोनी-फेरस युग के उस समय का स्मरण कराया है, जब पृथ्वी पर वनस्पति अत्यधिक परिमाण में थी। उस समय तक स्थल पर कोई प्राणि नहीं था। केवल समुद्र में कुछ मछलियाँ और घोंघे वाले मोलस्क प्राणि थे।

इसके पश्चात् टर्टिअरी युग आया। इसमें भी वनस्पतियों की कमी नहीं थी। इस समय स्तनपोषित प्राणि ( Mammals ) पृथ्वी पर उत्पन्न हो चुके थे। उनमें से बहुत से तो अत्यन्त भीमकाय प्राणि थे। इचथियासारस, मैस्टोडॉन और तत्कालीन अन्य प्राणि आज ब्रिटिश प्रदर्शनालय ( Museum ) की शोभा को बढ़ा रहे हैं।

इस प्रकार पृथ्वी में दबे हुए इन पौदों और प्राणियों ने कुछ परिस्थितियों में संसार को कोयला दिया, और दूसरी दशाओं में मिट्टी का तेल अथवा स्वाभाविक गैस दिया।

मिट्टी का तेल पृथ्वी में छेददार चट्टानों, उदाहरणार्थ चूने के पत्थर अथवा बालू के पत्थर में जमा रहता है। जब इन तहों के ऊपर अधिक कठोर चट्टानों की छत बन जाती है तो एक उत्तम मिट्टी के तेल का स्थान ( Oil field ) बन जाता है। यह तहें छप्पर के समान दोनों ओर

को ढलवाँ होती है, जिससे गैस (Gas) इस छत के सबसे ऊपर के भाग में जमा हो जाता है। इस प्रकार तेल खूब दबा रहता है। और यदि तेल की चट्टानों को तोड़ा जाता है तो तेल पृथ्वी के ऊपर फव्वारे के समान शीघ्रता से झपट कर आता है। तेल की छोटी खानों से तेल को पम्पद्वारा खींचना भी पड़ता है।

संसार में कुल कितना तेल है, यह कोई नहीं जानता। प्रति वर्ष नई-नई तेल की खानों का पता चलता जाता है, जिससे इसका कोष पृथ्वी में प्रतिवर्ष कम होता रहता है। तेल का उपयोग भी संसार में अधिकाधिक बढ़ता जाता है।

### प्रतिवर्ष निकलने वाले तेल का परिमाण

यह अनुमान किया गया है कि सन् १९२२ में समस्त संसार में ८३ करोड़ बैरेल तेल उत्पन्न हुआ था। ३६ गैलन के नाप के पीपे को बैरेल कहते हैं। समस्त संसार के इस परिमाण में से ५५ करोड़ बैरेल अकेले संयुक्तराज्य में उत्पन्न हुआ था, और १८ करोड़ बैरेल उसके पड़ोसी राज्य मेक्सिको में उत्पन्न हुआ था। ब्रिटिश साम्राज्य तेल के विषय में धनी नहीं है। इसमें संसार-भर के तेल का केवल दो या तीन प्रतिशतक उत्पन्न होता है।

तेल उत्पन्न करने वाले दूसरे बड़े देश रूस, डच ईस्ट-

इंडीज़, दक्षिणी अमेरिका, रूमानिया, भारत, पर्शिया ( ईरान ), और गैलीशिया है।

यद्यपि अमरीका संसार का दो तिहाई तेल उत्पन्न करता है, किन्तु उसके पास अब संसार के दो तिहाई तेल का कोष नहीं है। क्योंकि अमरीका के धन कुबेर धन के लालच में ऐसे उपायों से काम ले रहे हैं कि तेल अधिक से अधिक निकले। अतः उनका कोष अब इतना कम हो गया है कि विशेषज्ञों की सम्मति में सन् १९५० के पश्चात् अमरीका का तेल समाप्त हो जावेगा। इसके अतिरिक्त अपनी जल्दीबाजी और बेपरवाही में अमरीका ने अपना बहुत सा तेल नष्ट भी कर दिया है।

संसार में तेल की माँग प्रतिदिन बढ़ती जाती है। प्रतिवर्ष तेल की खपत अधिक होते-होते तेल का इतना अधिक व्यय किया गया है कि एक स्वेडेन के विशेषज्ञ की सम्मति में संसार भर का तेल सन् १९४० तक समाप्त हो जाना चाहिए।

**कोयले की अपेक्षा तेल अधिक लाभप्रद है**

। शक्ति बनाने के लिए, जलाने तथा जल अथवा स्थल के इञ्जनों को चलाने की दृष्टि से कोयले की अपेक्षा तेल से बड़े-बड़े लाभ हैं।

तेल से बड़ी सुगमता से काम लिया जा सकता है, जब कि कोयला भारी और गन्दा होता है। कोयले को

गाड़ी अथवा रेलगाड़ी में ले जाना पड़ता है, किन्तु तेल पोपे में अपनी ही शक्ति से ले जाया जाता है। तरल होने के कारण तेल को सुगमता पूर्वक एकत्रित करके गोदाम में रक्खा जा सकता है। अतएव कोयले की अपेक्षा तेल में समय और परिश्रम के साथ-साथ लागत की भी बचत होती है। सफाई के कारण जहाज वाले तो कोयले की अपेक्षा इसको विशेष रूप से पसन्द करते हैं। इसके अतिरिक्त कोयले की अपेक्षा तेल कम स्थान को घेरता है। अब कोयले से बचे हुए उस स्थान में व्यापारिक माल जहाजों में रक्खा जाता है। वाष्प से चलने वाले जहाज ( Steam ships ) और मोटर से चलने वाले जहाज ( Motor-ships ) भी अब तेल का ही उपयोग करते हैं।

सन् १८१४ में सौ पीछे तीन जहाज ही तेल से काम लेते थे। सन् १८२० में सौ में से २५ तेल का उपयोग करने लगे। इस समय संसार भर में ५ सहस्र जहाज तेल से काम लेते हैं।

### कोयले का स्थान तेल कभी नहीं ले सकता

इसके विरुद्ध तेल कोयले की अपेक्षा बहुत मँहगा होता है। समुद्र में स्थान की कमी होने से तेल अधिक पसन्द किया जाता है। इसी कारण भट्टियाँ अभी तक कोयले के स्थान पर तेल से नहीं जलाई जाती।

“ पेट्रोल से ही हवाई जहाज का आविष्कार हुआ।

पेट्रोल के इन्जिन के अत्यन्त हल्का होने से ही उड़ना सम्भव हो सकता है। हवाई जहाज का इन्जिन केवल डेढ़-मन बोझ का हो सकता है और तौ भी उसमें १०० हॉर्स पावर होंगे।

इसके अतिरिक्त तेल की अपेक्षा कोयले का परिमाण पृथ्वी में बहुत अधिक है। तेल के समाप्त हो जाने पर कोयला कई शताब्दियों तक समाप्त नहीं होगा।

### तेल से मिलने वाले उपयोगी पदार्थ

मिट्टी का तेल एक मिश्रित पदार्थ है। इसमें अनेक प्रकार के हाइड्रो-कार्बन (hydro carbons) हैं। अनेक प्रकार से शुद्ध करके यह एक दूसरे से प्रथक् किये जाते हैं, और इनका अनेक कामों में उपयोग किया जाता है। शुद्ध करने पर पेट्रोलियम में से अनेक पदार्थ प्रथक्-प्रथक् निकल आते हैं। जैसे पेट्रोल, केरोसीन तथा अन्य अनेक प्रकार के चिकने पदार्थ।

पेट्रोलियम (मिट्टी के तेल) में से पेट्रोल बहुत कम निकलता है। मोटरकारों में इससे बहुत अधिक काम लिया जाता है। १०० बैरेल कच्चे पेट्रोलियम में से केवल पाँच से सात बैरेल तक ही पेट्रोल निकलता है। किन्तु संसार को इस समय प्रति वर्ष १० करोड़ गैलन पेट्रोल की आवश्यकता है। पेट्रोल की बड़ी सुगमता से वाष्प बन

जाती है। हवा के साथ मिलकर तो यह अत्यंत शक्तिशाली और उपयोगी विस्फोटक ( Explosive ) बन जाता है। मोटर के इंजिन भी बिल्कुल इसी प्रकार चलते हैं। गैस और वायु के विस्फोटक मिश्रण का एक थोड़ा सा भाग पिस्टन ( Piston ) के पीछे सिलेण्डर में भेजा जाता है, वहाँ उसमें एक बिजली की चिगारी से आग लग जाती है और इस प्रकार उसमें भड़कने से पिस्टन चलने है।

केरोसीन ( मिट्टी का तेल ) जलाने के काम में आता है। यह अनेक प्रकार का होता है। इसको भी थोड़ा शुद्ध किया जाता है।

पेट्रोल के गैस से भी प्रकाश का काम लेते हैं। पेट्रोल की पहिले वाष्प बनाई जाती है, फिर उसको एक विशेष यन्त्र में हवा से मिश्रित करते हैं। यह मिश्रण बड़ा अच्छा जलता है।

पेट्रोलियम से निकाले हुए लुब्रिकेटिंग आएल का उपयोग ( Lubricating Oil ) भी कम महत्व पूर्ण नहीं है। कभी कभी तो कच्चा पेट्रोलियम ही लुब्रिकेटिंग आएल बन जाता है। किन्तु दूसरी दशाओं में इसको सावधानी से बनाना पड़ता है। इस तेल की माग भी प्रतिदिन बढ़ती ही जाती है।

यह आशा की जाती है कि भविष्य में पेट्रोलियम से रज्ज और नकली रबड़ आदि भी निकाले जावेगे। इस



समय पेट्रोलियम विशेष रूप से शक्ति को उठाने का काम दे रहा है।

शुद्ध पेट्रोलियम और वासलीन अथवा पेट्रोलियम जेली मूल्यवान औषधियाँ हैं।

पेट्रोलियम से एक और उपयोगी वस्तु पैराफीन वॉक्स (Paraffin Wax) अथवा नकली मोम निकाला जाता है। इसके सैकड़ों उपयोग हैं। इसकी मोमबत्ती बनती है, दियासलाई बनाने में इससे काम लिया जाता है, बिजली को प्रयत्न करने का काम भी यहाँ देता है और यह पॉलिश आदि भी करता है।

वस्त्रों की सूखी धुलाई में पेट्रोल से काम लिया जाता है। पेट्रोलियम मच्छरों को भी दूर करता है।

मिट्टी का तेल चट्टानों को छेद-छेदकर और उनमें लोहे के नल डाल-डालकर प्राप्त किया जाता है। यही लोहे के नल इसका अपनी खान से दूर-दूर तक ले जाते हैं। पहिली पहल नलों से तेल ले जाने के विचार को पसन्द नहीं किया जाता था। किन्तु अनेक प्रकार के अन्वेषणों के बाद इस सिद्धान्त को स्वीकार कर लिया गया और सन् १८८० ई० में एक सौ फुट लम्बा नल बनाया गया।

अन्त में स्टैंडार्ड आएल कम्पनी ने अमरीका भर में नल बिछवा दिये, जिससे तेल सब कहीं सस्ता मिलने लगा।

समुद्र को जहाज़ों के समान पार करने वाली

बड़ी-बड़ी टंकियां

जिन बर्तनों में तेल को विदेशों में भेजा जाता है उनको टैंकर कहते हैं। वह विशेष रूप से इसी उद्देश्य से बनाये जाते हैं।

इस समय अनेक देशों में आजकल के तेल के कुएं और नल की लाइनें लगी हुई हैं। यह अमरीका महाद्वीप में कनाडा से पेरू तक, रूस, मध्य योरोप और सुदूर पूर्व में जापान से बेर्नियो तक लगे हुए हैं।

ब्रिटेन को पेट्रोलियम ईरान की तेल की खानों से मिलता है। तेल उत्पन्न करने वाले देशों में ईरान का पाँचवा नम्बर है।

ब्रिटेन को ईरान में तेल के वास्ते ५ लाख वर्ग मील स्थान मिला हुआ है।

तेल कोयले से निकाला जावेगा

यह पहिले बतलाया जा चुका है कि संसार में तेल की अपेक्षा कोयला बहुत अधिक है। जिस समय संसार का तेल समाप्त हो जावेगा। माटरो के वास्ते तेल कोयले में से निकाला जावेगा। कोक के बनाने में कोयले से बेंजोल (Benzol) नाम का पदार्थ पहिले ही उत्पन्न किया जा चुका है। यह एक हल्की स्पिरिट है और मोटरों

के काम में आ सकती है। किन्तु अभी एक टन कोयले से बहुत थोड़ा बेजोल निकलता है। किन्तु यह बात आशाजनक है कि कोयला पेट्रोल का स्थापनापन्न हो सकता है। समय आने पर कोयले को किरायात से खर्च किया जावेगा और तब उससे पेट्रोल निकाल कर मोटरो को चलाया जावेगा।



## चौबीसवाँ अध्याय



### वाष्प और उसके आविष्कार

सहस्रो वर्षों से आग से पानी को उबाला जा रहा है। किन्तु उस बात पर किसी ने भी ध्यान नहीं दिया कि पानी वाष्प बनकर अधिक स्थान घेरने के लिए ऊपर को उड़ जाता है। वाष्प तरल की अपेक्षा १६०० गुने स्थान को घेरता है।

ईसामसीह से १०० वर्ष पूर्व अलेग्जेड्रिया के हीरो ने एक साधारण घूमनेवाला एंजिन बनाया, किन्तु उसका किसी ने अनुकरण नहीं किया उसके पश्चात् १७०० वर्ष तक इस विषय में कोई उन्नति नहीं की गई।

वाष्प गैस के रूप में पानी ही है। उसमें कोई रंग नहीं होता, न वह दिखाई हो दे सकती है। उसको चाहे जिस प्रकार घुमाया अथवा मोड़ा जा सकता है। दूसरे गैसों के समान यह भी बहुत अधिक फैलता है। कड़ाई से

निकलनेवाला सफेद बादल वाष्प नहीं होता। हवा के सम्पर्क से ठण्डा हो जानेवाले पदार्थ को वास्तव में वाष्प कहते हैं।

### कढ़ाई को आँच पर रखने से क्या होता है ?

जब हम किसी वस्तु को गरम करते हैं, तो वह फैल जाती है, और हल्की हो जाती है। यदि हम एक फुट लम्बे लोहे के टुकड़े को लेकर गरम करें तो वह अत्यन्त लाल होकर एक फुट से अधिक लम्बा हो जावेगा। इसी कारण रेल की पटरियों को बिछाते समय उनका किनारा एक दूसरी से नहीं मिलाया जाता। क्योंकि वह सूर्य की उष्णता से लम्बी हो जाती है। आरम्भिक पटरियाँ लम्बी होकर कमान के समान झुक गई थी।

जब हम कढ़ाई को आँच पर रखते हैं, तो उसके नीचे की उष्णता पहिले नीचे के पानी को उष्ण करती है। यह उष्ण जल हल्का होकर ऊपर आ जाता है और उसका स्थान ठण्डा जल ले लेता है। इसी प्रकार वह फिर उष्ण होकर ऊपर चला जाता है, और कढ़ाई में पानी की लहरें ऊपर नीचे उठती रहती हैं। इस क्रिया को उबलना अथवा कनवेक्शन ( Convection ) कहते हैं।

जब पानी २१२ अंश फैरेनहीट अथवा १०० अंश सेंटी ग्रेड की उष्णता पर पहुँच जाता है, तो वह तरल नहीं

रहता। उम समय बह अदृश्य गैस बन जाता है, जिसको हम वाष्प कहते हैं।

**पर्वत के शिखर पर पानी क्यों शीघ्र उबलता है ?**

जिस समय पानी उबलने लगता है और वाष्प बनने लगता है तो वाष्प के बुलबुले बन-बनकर पानी के तल पर आने लगते हैं। यह इस कारण होता है कि अब वाष्प का लचकीला पन कढ़ाई में की वायु के दबाव को जीत लेता है।

यदि हम पर्वत के ऊपर जाकर पानी उबालने लगे तो पानी कम तापमान में ही उबलने लगेगा। क्योंकि वहाँ वायु का दबाव कम होता है और इसीलिए वाष्प वहाँ शीघ्र बच निकलता है।

पानी की वाष्प बनाकर उससे एक एन्जिन को चलाने में भी यही होता है कि हम उष्णता को कार्य में परिणत कर देते हैं। उष्णता और यन्त्रीय-शक्ति एक दूसरी से बदली जा सकती है। जिस प्रकार उष्णता को बदलकर कार्य बनाया जा सकता है, उसी प्रकार कार्य को बदलकर उष्णता बनाया जा सकता है। यदि हम जोर लगाकर लकड़ी में एक कील गाड़ें तो कील उष्ण हो जाती है। यदि हम एक कौंच को कपड़े में जोर से मर्लें तो कौंच उष्ण हो जाता है। क्योंकि उसमें भी बिजली भर जाती है। वास्तव में

शक्ति के सब रूप कार्य के ही रूप हैं और वह एक दूसरे का रूप धारण कर सकते हैं ।

### वाष्प के यन्त्र का आविष्कार

अलेग्जेड्रिया के हीरो ( Hero ) के १५०० वर्ष के पश्चात् एक इटली निवासी ने बहुत कुछ हीरो के ही ढङ्ग पर वाष्प पर प्रयोग किए । उसके कुछ समय के पश्चात् एक और इटालियन ने एक प्रकार के वाष्प के पहिये का आविष्कार किया, जिसका वाष्प की टोटी से घुमाया जाता था । इसके पश्चात् सन् १६६३ में मार्क्विस् ऑफ वोरसेस्टर नाम के एक अंग्रेज ने वाष्प के नल ( Steam pump ) की रूपरेखा का वर्णन किया ।

थॉमस सैवेरी ( Thomas Savary ) नाम के एक वीर ने सन् १६९८ में एक वाष्प का इंजिन ( Steam Engine ) बनाया । उसका एंजिन बिल्कुल सीधा-सादा और प्रभावहीन था । सैवेरी ने केवल बड़े बेलनो अथवा सिलेण्डरो से काम लिया था । उनकी तली को पानी के नलो ( Pipes ) से जोड़ा गया था । पहिले सिलेण्डर में वाष्प भरी जाती थी और फिर पानी के भागो द्वारा वाष्प जम जाती थी, इससे सिलेण्डर में शून्याकाश ( Vacuum ) हो जाता था, जिससे वायु का दबाव ( Air pressure ) पानी को नलो में खींच लेता था ।

पानी के आ जाने पर एक पर्दा उसको वापिस जाने से रोक देता था ।

### वाष्प का प्रथम एंजिन

इसी समय डेलिस पैपिन ( Denis Papin ) नाम का फ्राँसीसी सिलेण्डर और पिस्टनो के विचार से काम लेता हुआ वाष्प के प्रथम एंजिन को बना रहा था । वह बुद्धिमान था, किन्तु इस कार्य में इंग्लैण्ड के थॉमस-न्यूकामेन ( Thomas Newcomen ) को अच्छी सफलता मिली । उसने कोयले की खानों में से पानी खींचने के लिए सिलेण्डर और पिस्टनो का ऐसा एंजिन बनाया, जिसमें उसने भट्टी अथवा बाएलर को ( Boiler ) को सिलेण्डर से पृथक् रखा था ।

इस एंजिन के आविष्कार से वाष्प के प्रयोगों में बड़ी उन्नति हुई, उसका यन्त्र वास्तव में पम्प था । सन् १७१० में उससे खानों में से पानी खींचा जाने लगा । उसकी वास्तविक शक्ति नीचे की चोट में थी । वह वायु के दबाव से काम करता था । हवा का दबाव एक वर्ग इञ्च में साढ़े सात सेर पड़ता है । इसमें वाष्प सिलेण्डरों में पिस्टनों को उठाती थी । वाष्प भी बहुत थोड़े दबाव की काम में ली जाती थी । वायु के दबाव से काम करने के कारण इस एंजिन का नाम वायु का एंजिन ( Atmospheric Engine ) पड़ गया ।



### इसमें उन्नति करनेवाला चतुर बालक

हम्फ्रे पॉटर (Humphrey Potter) नामका एक लड़का एक एंजिन पर इस काम पर नौकर था कि खड़ा-खड़ा ठीक समय पर टोटी को खोल और बन्द कर दिया करे। वह खिलाड़ी था और काम से जी चुराता था। अतः एव वह चलती हुई वाष्प की किरणों के मार्ग में इस प्रकार रस्सियाँ और डाट लगा दिया करता था, कि वह स्वयं उसके पर्दे को खोल और बन्द कर दिया करते थे।

### जेम्स वाट के आविष्कार

दो शताब्दियों तक इसी एंजिन में काम लिया जाता रहा, जब जेम्स वाट (James Watt) ने इसमें अच्छी उन्नति करके नवीन आविष्कार किया।

उसने जमानेवाला यंत्र (Condensor) प्रथक् बनाया। इस प्रकार सिलेंडर को स्वयं ठण्डा होने की आवश्यकता न रही। उसने पूर्व प्रथा से वाष्प-द्वारा शून्याकाश न बनाकर पिस्टनों को चलाने में वाष्प से ही काम लिया, फिर उसने चक्राकार गति (Circular Motion) को बदलने के लिए धुरी की मोड़ (Crank) और जोड़ने के दण्डे (Connecting rod) का आविष्कार किया। इसके अतिरिक्त उसने दोहरे कार्य के एंजिन (Double action Engine) का आविष्कार किया, इसमें वाष्प

पहिले सिलेंडर में पिस्टन की ओर जाती थी और तब बारी से दूसरी ओर जाती थी, उसने एक फैलनेवाले एंजिन ( Expansion Engine ) का आविष्कार किया। इसका सिद्धान्त यह था कि पूरी चोट में भी सिलेंडर में वाष्प नहीं जाने दी जाती थी बल्कि काट दी जाती थी, जिससे पिस्टन वाष्प के फैलने से अन्त तक चले। इसमें वाष्प की बचत होती थी और काफी किफायत होती थी।

### कम्पाउण्ड एंजिन का आविष्कार

अतएव वाष्प के इतिहास में वाट के आविष्कार अत्यन्त महत्वपूर्ण है। उसके पश्चात् अनेक परिवर्तन हुए और उन्नति भी हुई, किन्तु उसके मुख्य सिद्धान्त में परिवर्तन नहीं किया जा सका।

सन् १७०१ में हॉर्नब्लोअर ( Hornblower ) नाम के एक इंजीनीयर ने एक कम्पाउण्ड एंजिन (Compound Engine ) में वाष्प की फैलनेवाली शक्ति का पूरा उपयोग किया। कम्पाउण्ड एंजिन में दो सिलेंडर होते हैं—एक बड़ा, दूसरा छोटा, वाष्प छोटे सिलेंडर में काम करके बड़े में ले जाई जाती है, जहाँ फैलती हुई वह शक्ति के समाप्त होने के पूर्व ही दूसरे पिस्टन को चलाती है, इस प्रकार वाष्प के प्रत्येक अंश से काम लेकर कार्य को और सस्ता किया गया।

## जार्जस्टेफेन्सन का आविष्कार

बॉएलर वाष्प के एंजिन का अत्यन्त महत्वपूर्ण भाग होता है। इसमें भट्टी होती है जो पानी की वाष्प बनाती है। ज्यो-ज्यो एंजिनो में उन्नति होती गई बॉएलर भी बलवान् बनाए जाने लगे। जार्ज स्टेफेन्सन (George Stephenson) ने बॉएलरो के अन्दर नलों का लगाया, जिससे पानी की शीघ्र-से-शीघ्र वाष्प बनाई जा सके। उसके समय से पानी के नलवाले बाएलरो का आविष्कार किया गया, इनमें उष्णता के स्थान में पानी को नलों द्वारा ले जाया जाता था।

इन बातों से वाष्प के चलनेवाले एंजिनो अथवा स्टीम लोकोमोटिवों ( Steam Locomotives ) का महत्व समझ में आ सकता है। सब से पहिला लोकोमोटिव रिचर्ड ट्रेविथिक ( Richard Trevithick ) ने निकाला था। उसमें एक सीधा सिलेंडर और एक बड़ा घूमनेवाला पहिया था। जोड़नेवाले दण्डे से जुड़ा हुआ पिस्टन ऊपर और नीचे होता हुआ चलानेवाले पहिए ( Driving wheel ) की धुरी के मोड़ ( Crank ) को चलाता था।

बाद के प्रयोगों में ट्रेविथिक ने अपने एंजिन के प्रथम नमूने में बड़ी भारी उन्नति की।

सन् १८१३ में हेडले ( Hedley ) ने उस प्रसिद्ध एंजिन को बनाया जिसको पफिंग बिली ( Puffing Billy )

कहते हैं और जो इंग्लैंड के साउथ केसिंगटन (South Kensington) नगर में अब भी रखा हुआ है। इसमें बाएलर के दोनो ओर दो सीधे सिलेडर होते हैं। पिस्टन के दण्डे किरण (Beam) को चलाते हैं, जो सड़क पर चलनेवाले चारों पहियों में जोड़नेवाले लम्बे दण्डे, क्रैंक, दाँतवाले पहिए के द्वारा गति को करती है। खराब बाष्प सामने को चिमनी में से निकल आती थी।

इनके पश्चात् जार्ज स्टेफेसन उत्पन्न हुआ। उसने इन अपूर्ण विचारों को लेकर त्रिकसित किया, जो अपने आवश्यकरूप में आजकल का रेलवे इंजन है।

स्टेफेसन ने अपना प्रथम इंजन सन् १८१४ में बनाया। किन्तु उसको अपने रॉकेट (Rocket) नाम के इंजन में सफलता सन् १८२६ ई० में जाकर मिली।

राकेट में दो सिलेडर थे और यह दोनो इंजन के दोनो ओर लगे हुए थे। पिस्टन के दण्डे (Piston rods) जोड़नेवाले दण्डे (Connecting Rods) को चलाते थे। यह दण्डे चलाने के पहियों के आरे (Spokes) में पिनों से लगे होते थे। स्टेफेसन ने ताम्बे के तीन इञ्च मोटे पच्चीस नलों से काम लिया, जो भट्टी की उष्णता को बाएलर के एक किनारे से चिमनी तक ले जाते थे। रॉकेट की गति २८ मील प्रति घण्टा थी।

## वाष्प के जहाजों का आविष्कार

जिस समय रेलवे इंजिनो का आविष्कार किया गया, लगभग उसी समय वाष्प के जहाजों का आविष्कार भी किया गया। क्योंकि सन् १८०१ में फोर्थ (Forth) और क्लाइड (Clvde) नहरों में विलियम साइमिंगटन (William Symington) की वाष्प की नाव डाली गई थी। वह प्रबल आंधी के विरुद्ध भी तीन मील प्रति घण्टे की चाल से दो जहाजों को ले जातो था। सन् १८०७ में रॉबर्ट फुल्टन (Robert Fulton) ने जेम्स वाट के कारखाने से इंजन मंगवाकर अमरीका की ईस्ट हडसन नदी में वाष्प का जहाज चलाया था। समुद्र में वाष्प का सब से पहिला जहाज सन् १८०६ में चला था। यह होबोकेन (Hoboken) से फिलाडेल्फिया (Philadelphia) तक गया था। यह घटना राकेट के आविष्कार से बीस वर्ष पहिले की है। जार्ज स्टेफेनसन की बड़ी भारी सफलता से बहुत पहिले ही इंगलैंड और अमरीका दोनों देशों में वाष्प के छोटे-छोटे जहाज चला करते थे। सन् १८३३ में वाष्प के जहाज (Steamships) इंगलैंड की डाक को फ्रांस, हॉलैंड और जर्मनी तक ले जाने लगे। सन् १८१६ में सवाना (Savannah) नाम के जहाज ने पच्चीस दिन में एटलांटिक महासागर को पार किया था। ब्रूनेल (Brunnel) ने ग्रेट वेस्टर्न (Great

Western ) नाम के जहाज को सन् १८३८ ई० में बनाया था।

वाष्प के यह सब जहाज पैडिल-व्हील ( Paddle-wheels ) के प्रोपेलरो ( Propellers ) अथवा पङ्खो से चलते थे, यद्यपि यह सम जल में अच्छे चलते थे, किन्तु ड्वार भाटे में उनको कठिनता पड़ती थी। इनके पश्चात् स्कू ( Screw ) के प्रापेलर सन् १८३६ में निकाले गये। यह सब अवस्थाओं में अच्छे चलते थे। इसके नौ वर्ष के पश्चात् दो छोटे जहाजों को एक साथ बाँधकर अन्तिम परीक्षा की गई। एक को पैडिल-व्हील में लगाया गया था और दूसरी को स्कू प्रापेलर में लगाया गया था। इसके पश्चात् दोनों जहाजों को यह देखने के लिए, विरोधी दिशाओं में भेजा गया कि कौन अधिक शक्तिशाली प्रमाणित होता है, स्कू वाला जहाज सुगमता से जीत गया।

सन् १८७० में वाष्प के छोटे जहाजों के मुकाबले में प्राचीन काल के जहाजों ( Sailing Ships ) का बनाना बहुत कम हो गया। उसके बीस वर्ष के पश्चात् सन् १८९० में ब्रिटेन के जहाजों में पाँच वाष्प के बनते थे तो एक जहाज पुराने ढङ्ग का बनता था। बीसवीं शताब्दी में पुराने जहाजों का बनाना एकदम बन्द कर दिया गया।

### टर्बाइन का महत्वपूर्ण आविष्कार

वर्तमान समय का वाष्प का सबसे अधिक महत्वपूर्ण

आविष्कार टर्बाइन ( Turbine ) का है। यह एक इस्झिन होता है, जिसमें धुरा अपने आप सीधा घूमता है। यह चक्राकार गति में इधर-उधर करके नहीं घुमाया जाता। यहाँ हम हीरो के प्राचीन इस्झिन के पास जा पहुँचते हैं।

टर्बाइन का समझना बहुत सुगम है। धुरे ( Axle ) में एक पहिया लगा होता है, जिसका किनारा एक डोलची ( Bucket ) अथवा झुके हुए दस्ते से ढका होता है। वाष्प की टोटी ( Jets ) इन्हीं पर काम करती हैं और इस प्रकार पहिया और धुरा घूमते हैं देखने में यह सिद्धान्त सुगम जान पड़ता है, किन्तु कार्यरूप में परिणत करने में टर्बाइन में अनेक कठिनाइयाँ हैं।

इसको व्यवहारिक रूप ब्रिटिश इन्जीनियर सर चार्लेस पार्सन्स ( Sir Charles Parsons ) ने दिया था। जहाजों के लिए यह बड़ा उपयोगी होता है। जंगी जहाज इसी से चलाये जाते हैं। दृढ़ता से चलने के कारण यह बिजली के काम में भी उपयोगी होता है। बड़े-बड़े बिजली घरों में आजकल इसीसे काम लिया जाता है।

किन्तु इन सब आविष्कारों के होते हुए भी वाष्प का स्थान बिजली शीघ्रता से लेती जा रही है।

## पच्चीसवाँ अध्याय

— \* \* \* —

### गैस और उसके आविष्कार

गैस बड़ा आश्चर्यजनक शब्द है। क्योंकि वास्तव में पुट्रल ( Malter ) का प्रत्येक रूप गैस बन सकता है।

पानी के विषय में हम इसको नित्य देखते हैं। हम जानते हैं कि ठोस होने पर पानी बरफ बन जाता है, तरल अवस्था में जल रहता है और गैस अवस्था में वाष्प बन जाता है। बरफ, जल और वाष्प तीनों एक वस्तु है। किन्तु तापमान के कारण उसके भिन्न-भिन्न रूप हो जाते हैं।

यही सिद्धान्त प्रत्येक दूसरी वस्तु में भी लागू होता है। लोहा भी अत्यंत उष्ण किया जाने पर तरल बन जाता है और यदि उसको और भी उष्ण किया जावे तो वह गैस बन जाता है। इन जलते हुए तारों में लोहा तथा अन्य धातुएँ गैस रूप में विद्यमान हैं।

हमारे रहने के समान्य तापमान में हा कुछ वस्तुएँ ठोस ( Solid ) कुछ तरल ( Liquid ) और कुछ गैस



रूप हैं। यदि कोई तारा हमारी पृथ्वी को छू दे तो हमारा सारा गोला एकदम गैस रूप हो जावे। क्योंकि उस टकर से तापमान अत्यधिक बढ़ जावेगा।

गैस में पानी से यह विशेषता होती है कि पानी के बर्तन में रक्खा रहने में कोई बाधा नहीं आती। किन्तु गैस का स्वभाव फैलने का है। यदि उसको किसी बर्तन में रक्खा जावे तो वह फैलते-फैलते सब बर्तन में भर जावेगा, और फिर फैलते-फैलते उसके मुख में से निकलने लगेगा। अतः गैस के बर्तन को कड़ा ढाट अथवा शीशी को लगाकर रखना पड़ता है। इसी कारण पानी के उबलने पर पानी के बर्तन का ढकना ऊपर नीचे कूदा करता है। आपने इस फैलने के गुण के कारण ही वाष्प नल में से अपने पानी में से इन्जिन में चली जाती है और इसी कारण इन्जिन के सिलेन्डर में पिस्टन ऊपर और नीचे उठते तथा गिरते हैं।

कुछ गैस ऐसे हैं, जिनको वैज्ञानिक तत्व (Elements) कहते हैं। इनकी टूटकर दूसरी वस्तुएँ नहीं बन सकती। इनमें से ओषजन (Oxygen), हाईड्रोजन (Hydrogen) और नत्रजन (Nitrogen) विशेष प्रसिद्ध हैं। यह सब गैस बिना रङ्ग और गन्ध के हैं। हमारे साँस लेने की वायु मुख्य रूप से हाईड्रोजेन और नत्रजन की बनी होती है। अन्य समस्त प्राणियों के समान हमारे

शरीर मुख्य रूप से ओषजन, हाईड्रोजेन, नत्रजन और कारबन के बने होते हैं।

दूसरे गैस भिन्न-भिन्न गैसों के मिश्रण अथवा गैसों और दूसरी वस्तुओं के मिश्रण हैं। इन मिश्रण गैसों में कारबन डायोक्साइड ( Carbon Dioxide ) अत्यंत प्रसिद्ध है। यह गैस भारी होता है। इसमें रङ्ग नहीं होता और गन्ध भी नाम मात्र की ही होती है। जब कभी कारबन अथवा कारबन वाली वस्तु जलती है तो हवा में ओषजन कारबन में मिल जाता है। १२ भाग कारबन में ३२ भाग ओषजन मिल जाता है, उसको कारबन डायोक्साइड कहते हैं। यह बात कितनी विचित्र है कि दो बिना रङ्ग के गैस ओषजन और हाईड्रोजेन से रङ्ग वाला पानी बनता है। ओषजन और लोहे से लोहे का जंग ( Oxide of Iron ) बनता है।

**हमारे शरीर की उष्णता को बनाये रखनेवाले गैस**

कुछ गैस हवा में तुरन्त जल उठते हैं, कुछ नहीं जलते। गैसों में सबसे हलका हाईड्रोजेन होता है। यह गैस तुरन्त जल उठता है। कारबन डायोक्साइड हवा में नहीं जलता, न साधारण जलने योग्य वस्तु इसमें जलती हैं, इसमें से बिगारियाँ अवश्य निकलती हैं।

हमारे शरीर में एक प्रकार का कारबन जलता रहता है, इसीसे हम उष्ण बने रहते हैं। जलने वाली वस्तु कार-

बन डायोक्साइड है। यह हमारे रक्त में से फेफड़ों के अन्दर आकर बाहर निकल जाता है।

यदि हम प्रकाश और शक्ति के काम में गैस के उपयोग को समझना चाहते हैं तो उपरोक्त बातों को समझ लेना अत्यन्त आवश्यक है। हमारे घरों को प्रकाशित करने वाला सामान्य गैस कोयले में से शुद्ध करके निकाला जाता है। काक (शुद्ध कोयले) को उष्ण करके उसके ऊपर से वाष्प को निकालने और उसमें गैस मिलाने से बाजारू गैस बनता है। कोयला यद्यपि मुख्य रूप से कार्बन से बनता है तो भी इसमें हाईड्रोजेन, ओक्सीजन (Oxygen), नत्रजन (Nitrogen), गंधक (Sulphur), पानी, थोड़ा मिलाई (Silica) तथा कुछ अन्य ऐसे निजीवि पदार्थ होते हैं, जो जलते नहीं।

### खानों के अन्दर के प्राणघातक गैस

कोयले में थोड़े बहुत स्वतन्त्र गैस भी होते हैं। स्वतन्त्र गैस उनको कहते हैं जो अन्य रासायनिक पदार्थों में मिले। कोयले में नत्रजन (Nitrogen) कार्बन, डायोक्साइड और मेथेन (Methane or Marsh Gas) स्वतन्त्र गैस हैं। खान वाले कार्बन डायोक्साइड को गला घोटने वाला और मेथेन को जलाने वाला कहा करते हैं। कार्बन डायोक्साइड अधिक परिमाण में साँस रोक देता है और

मेथेन को वायु में मिलाकर आग छुवा देने से वह जल उठता है। सब कोयला एक प्रकार का ही नहीं होता। किसी में कोई गैस अधिक होता है तो किसी में कुछ अन्य वस्तु अधिक होती है।

सतरहवीं शताब्दी में डाक्टर क्लेटन (Dr Clavton) नाम के एक वैज्ञानिक ने कोयले को एक बन्द बतन में गरम करके उससे गैस निकाला था। किन्तु उस समय इस आविष्कार की ओर किसी ने ध्यान नहीं दिया।

### विलियम मरडॉक और उसके भयंकर प्रयोग

वाष्प के विषय में विलियम मरडॉक (William Murdock) के प्रयोगों के विषय में पीछे कहा जा चुका है। कोयले के गैस से मकान में प्रकाश करने का कार्य भी उसी ने सब से प्रथम लिया था। उसने भी आरम्भ में डाक्टर क्लेटन की विधि से ही कोयले में से गैस निकाला था। किन्तु उसको इतने से सन्तोष न हुआ और वह गैस निकालने के अन्य उपाय सोचने लगा। वह अनेक प्रकार के प्रयोग किया करता था और गाँव के बच्चे उसके घर के छेदों में से भाँका करते थे।

### अंगुशतरी को प्रकाशित देखनेवाला लड़का

एक दिन मरडॉक घर से बाहिर आया तो उसने वहाँ कई लड़कों का खड़े देखा। उसने विलियम साइमण्ड्स

नामक एक लड़के से बाज़ार से एक अंगुश्टरी मोल ला देने को कहा, विलियम चला गया और फौरन वापिस आ गया। अंगुश्टरी जल्दी न निकालने के कारण लड़के को अन्दर आ जाने का अवसर मिल गया।

मरडाक ने अपना द्वार बन्द करके कढ़ाई में भरे हुए कोयले को जलाया। उसमें से निकलने वाले गैस को वह एक धातु के बर्तन में एकत्रित करता जाता था। उस बर्तन में एक नली लगी थी, नली के अन्त में उसने अंगुश्टरी को बाँध दिया, जिसमें उसने पहिले एक दो छेद कर दिए थे। अब उसने गैस को नली और अंगुश्टरी में से निकलने का मार्ग दे दिया और उसे प्रकाश से छुवा दिया। गैस बड़े जोर से प्रकाशित होगया, लड़का यह सब तमाशा देखता रहा।

इसके पश्चात् मरडाँक एक रबड़ की थैली को गैस से भरने लगा। उसकी गरदन में वह एक धातु की नली को लगा देता था और उसके अन्दर से आनेवाले गैस को जलाकर उससे प्रकाश का काम लेता था, और अपने कमरे को रात-भर प्रकाशित रखता था। उस समय सीधे-सादे गाँववाले मरडाँक को जादूगर समझा करते थे।

**गैस के द्वारा प्रथम प्रकाशित होनेवाली कार्नवाल की झोंपड़ी**

सन् १७३५ में मरडाक ने घर को प्रकाशित करने

योग्य पर्याप्त गैस बना लिया। सबसे प्रथम गैस का प्रकाश उस निर्धन स्कॉटलैण्ड वासी की कार्नवाल की झौंपड़ी ही गैस से प्रकाशित हुई।

यहाँ सफल होने पर मरडाक ने बरमिघम के पास सोहो में अपने स्वामी के मकान को गैस से प्रकाशित किया। सन् १८०२ में इंगलैण्ड और फ्रांस का युद्ध समाप्त हो गया और इसकी प्रसन्नता में सब म्थानों में दिवाली मनाई गई। इस समय गैस से सार्वजनिक कार्य लिया गया।

गैस से भरा हुआ बर्तन चूल्हे में रख दिया गया। उसमें से नली बाहर दूकान तक ले जायी गई, जहाँ ताँबे के दो बर्तनों में गैस जल रहा था। लोग इसको देखकर कोई नयी आतिशबाजी समझते थे।

मरडाक के स्वामी को यह प्रकाश इतना अच्छा लगा कि उसने अपने कारखाने में भी इसका प्रकाश किया। इसके पश्चात् मानचेष्टर के एक कारखाने ने सन् १८०६ में मरडाक से अपने यहाँ गैस का प्रबन्ध करवाया।

विसर नाम के एक जर्मन ने भी लन्दन में अपने यहाँ गैस लगवाया। वह चाहता था कि पार्लमेंट एक कानून बनाकर गैस का प्रयोग सब के लिए आवश्यक कर दे। वह एक कम्पनी बनाकर उस कम्पनी को ही गैस के प्रकाश के प्रबन्ध का अधिकार दिलाना चाहता था। यद्यपि पार्लमेंट ने उसकी एक न सुनी, किन्तु सन् १८१० में एक और

कम्पनी ने लन्दन में गैस लगाना आरम्भ किया ।

### गैस के विचार पर हँसनेवाले महान् पुरुष

पहिले इसमें सफलता नहीं मिली । जनता को गैस में विश्वास नहीं था । अनेक लोगो ने हँसी भी उड़ाया, किन्तु कम्पनी बनने तक विसर शान्त रहा ।

सन् १८१३ में वेस्टमिस्टर पुल ( Westminster Brigde ) पर गैस का प्रकाश किया गया । लोग समझते थे कि नल में आग जोर से धधक रही है, और वह टोटी खोलते ही निकल पड़ती है । पार्लमेण्ट के सदस्य दस्ताने पहन-पहनकर नलो को छूते थे ।

### गैस के प्रकाश का सार्वजनिक प्रचार

किन्तु बहुत दिनों तक हानि किसी को नहीं हुई, अब जनता का विश्वास धीरे-धीरे गैस में जमने लगा । सन् १८१७ में ग्लासगो नगर ने, और सन् १८१८ में लीवर-पूल और डबलिन ने गैस के प्रकाश को स्वीकार किया । अन्य नगरों ने उनका शीघ्र ही अनुकरण किया । मरडॉक ने इससे कोई लाभ नहीं उठाया । वह काम करके जा पैसा कमाता था उसी में संतुष्ट रहता था ।

सन् १८१० में लन्दन में गैस का प्रकाश लगाने वाली कम्पनी का नाम लन्दन गैस लाइट एण्ड कोक कम्पनी ( London Gas Light & Coke Company )

था। यह अब तक काम कर रही है और लन्दन में लाखों व्यक्तियों को गैस दे रही है।

### गैस बनानेवाली भयंकर उष्णता

आरम्भ में कोयले को गरम करने के सब बर्तन लोहे के होते थे। गैस के बनाने के वास्ते अत्यधिक उष्णता की आवश्यकता पड़ती है। कोयले को उबलते हुए पानी से १० गुनी उष्णता की आवश्यकता होती है। लोहे को इतनी उष्णता सहने में दिक्रत पड़ती थी।

लोहे के बाद फाइरक्ले (Fireclay) के बर्तनों से काम लिया गया, क्योंकि वह लोहे की अपेक्षा कहीं अधिक उष्णता सह सकते हैं। लोहा १४०० अंश फॉरेनहीट उष्णता सहता था तो फाइरक्ले २००० अंश फॉरेनहीट को सहन कर लेता था। लोहे के बर्तन ६ फुट के बर्तन थे, किन्तु फाइरक्ले के बीस फुट के बनने लगे।

### गैस बनाने में नवीन आविष्कार

जब क्लेटन और मरडॉक ने कोयले को गरम किया था तो बर्तन को सीधा रखकर नीचे से ही आँच देते थे। किन्तु अब आँच चारों ओर से ही दी जाने लगी। गैस निकले हुए कोयले को कोक (Coke) कहते हैं, अब इसको भी पृथक् किया जाने लगा।

अब उन बर्तनों को कोयले के स्थान पर गैस की ही



उष्णता दी जाती है और वह सीधे ही रखे जाते हैं।

किन्तु इस पद्धति में और उन्नति की गई। अब कोयला बर्तनों में अपने आप चला जाता है और उनसे कोक स्वयं ही पृथक हो जाता है।

### गैस-निर्माण में मिलनेवाली उपयोगी वस्तुएँ

गैस के बनाने में कोयले को अत्यधिक उष्णता से तोड़ा जाता है, इसको प्रायः कारबन बनाना (Carbonisation) भी कहते हैं। इस प्रकार टूटकर कोयले के दो मुख्य भाग हो जाते हैं। एक तो उड़ जानेवाला अथवा वोलाटाइल (Volatile or evaporating part) और दूसरा ठोस, इसमें मुख्यरूप से कारबन होता है, जिसको कोक (Coke) कहते हैं।

उड़ जानेवाले भाग में अनेक वस्तुएँ होती हैं, जिनमें से सभी उपयोगी होती हैं और उन सभी को सावधानी से बचाकर रक्खा जाता है। इस प्रकार गैस बनाने की प्रक्रियामें गैस के अतिरिक्त अन्य धुत-सी वस्तुएँ बनती हैं—

१—गैस, जलाने के लिए। इसमें अनेक प्रकार के जलनेवाले गैस होते हैं।

२—कोक, यह लकड़ी के समान जलाने के काम में आता है।

३—दूसरे पदार्थ, जिनमें बीरोजा (Tar) और एमोनिया भी होते हैं।

बीरोजा देखने में बड़ा भद्दा, काला, चिपकनेवाला और तेज गन्ध का होता है। किन्तु यह बड़ी कीमती वस्तु है। इसमें से बहुत से रंग, रोग-निवारक पदार्थ, औषधियाँ और सुगन्धि आदि बनती हैं।

गरम करने पर कोयला अर्द्ध-तरल (Semi-fluid) हो जाता है। उसमें से केवल चमकनेवाला गैस ही नहीं निकाला जाता, वरन् वाष्प (Steam) भी निकाली जाती है। क्योंकि कोयले में कुछ-न-कुछ पानी अवश्य होता है। अमोनिया, छोटे-छोटे टुकड़ों के रूप में बीरोजा (Tar) कार्बन डायक्साइड, एक बड़ी भद्दी गन्धवाला गैस हाइड्रोजन सल्फाइड (Hydrogen Sulphide) और दूसरे रूपों में गन्धक निकाला जाता है।

कोयले को उष्ण करने पर प्रत्येक १०० भाग में से निम्न परिमाण के पदार्थ निकलते हैं—

चमकनेवाली गैस के भाग १७

कोक के भाग ७०

बीरोजा (Tar) के भाग ५

अमोनिया आदि के भाग ८

एक टन कोयले में से १० सहस्र घन फुट प्रकाश देने-वाला गैस निकलता है।

**गैस को शुद्ध करने की विधि**

इन उष्ण करने के बर्तनों के ऊपर बहुत से नल लगे

होते हैं, जिनको जमानेवाला अथवा कण्डेन्सर (Condensor) कहते हैं। गैस, बीरोजा और अमोनिया इन्हीं नलों में से धीरे-धीरे निकल आते हैं। इन नलों को ठण्डा रक्खा जाता है। इन नलों में ही गैस में से बीरोजे और अधिकांश अमोनिया को पृथक् किया जाता है। चमकनेवाला गैस अब भी अशुद्ध रहता है। इसके ऊपर एक धोने की प्रक्रिया की जाती है। गैस-जैसी सूक्ष्म वस्तु का धोना सुनने में बड़ा विचित्र जान पड़ता है। पानी में गैस के बुलबुले छोड़े जाते हैं। पहली बार धोने में हल्के अमोनिया के पानी से काम लेते हैं, उस समय हाइड्रोजेन सल्फाइड और कार्बन डायोक्साइड पृथक् हो जाते हैं। दूसरी बार अमोनिया को धोने के लिये शुद्ध जल से काम लिया जाता है।

किन्तु अशुद्धि अब भी रह जाती है। प्रथम गैस रोकनेवाला और हानि-प्रद होता है और दूसरा दम घोटनेवाला होता है। इसका केवल जलना ही कठिन नहीं है, वरन् यह चिड़गारी को बुझा भी देता है।

इन को साफ करने के लिये गैस को बारीक चलनी से छाना जाता है।

इस प्रकार हमको गैस मिलता है। इसमें भी १००० अंशों में से हाइड्रोजेन ४८ भाग, मेथेन ३३ भाग, भिन्न-भिन्न हाइड्रो-कार्बन (Hydro-Carbon) १२ भाग,

कारबन-मोनोक्साइड ( Carbon-Monoxide ) ६ भाग  
तथा अन्य गैस १ भाग ।

### गैस एकत्रित करने की बड़ी-बड़ी टङ्कियाँ

गैस को बड़े-बड़े पीपो में एकत्रित किया जाता है, जिन को गैसोमीटर ( Gasometers ) कहते हैं । पीपे एक बड़ी टङ्की में रखे जाते हैं, इसके अन्दर एक और टङ्की होती है, जिस में जल रहता है । इस प्रकार एक टङ्की में ही ऊपर गैस और नीचे पानी रहता है । कभी-कभी गैस की यह बड़ी टङ्कियाँ सौ-सौ गज की लम्बी होती हैं ।

महायुद्ध के पश्चात् एक और गैस बनाया गया, जिसको पानी का गैस ( Water gas ) कहते हैं । इसको भी कोयले के गैस में मिला दिया गया । कोयले के गैस के समान पानी के गैस का पता भी बहुत पहले ही लग चुका था । शुष्क वाष्प को दहकते हुए कोक के ऊपर से निकालने से यह गैस बनता है । इस प्रक्रिया में वाष्प में का ऑक्सीजन कोक के कारबन में मिल जाता है, जिस से वह कारबन मोनोक्साइड नामका गैस बन जाता है । वाष्प में का हाइड्रोजन भी छूटकर कारबन-मोनोक्साइड में ही मिल जाता है । प्रकाश लेने के लिये इस पानी के गैस में चमकनेवाला हाइड्रोजन-कारबन मिट्टी के तेल की वाष्प बनाकर लिया जाता है । तेल के इस गैस को पानी के गैस में मिला देते हैं ।

इस प्रकार घरों में काम आनेवाले गैस में कोयले और पानी दोनों का गैस मिला होता है। और यह बात अत्यन्त महत्वपूर्ण है, क्योंकि पानी के गैस के १०० भाग में ३३ भाग कारबन मोनाक्साइड होता है, जब कि कोयले के १०० भागों में इसके केवल ६ भाग ही होते हैं।

### पानी के गंधरहित गैस की प्राणघातकता

कारबन मोनाक्साइड बड़ा भयङ्कर विष है। कोयले का गैस भी भयङ्कर होता है। किन्तु उसमें एक तेज गंध होती है, जिससे उसको सूंघते ही मनुष्य सावधान होकर उससे बच जाता है। कारबन मोनाक्साइड रक्त में विष उत्पन्न कर देता है। यदि कमरे की हवा में यह गैस थोड़ा भी मिल जावे तो मनुष्य तुरन्त मर जावेगा। इस गैस में गंध भी नहीं होती, अतएव इस बात की विशेष सावधानी रखनी चाहिए कि गैस का कोई अंश हंडे, नली अथवा टंकी में से कहीं निकलता न हो। गैस के थोड़ा निकल जाने से ही सन् १८२२ में लिवरपूल और लंदन में अनेक व्यक्तियों की मृत्यु होगई थी।

### गैस के द्वारा भोजन बनाना

साधारण गैस अथवा व्यापारिक गैस का अनेक प्रकार से उपयोग किया जाता है। भोजन बनाने में यह समय की बड़ी भारी बचत करता है। गैस से भोजन बनाने में उष्णता

की आवश्यकता होती है, प्रकाश की नहीं। गैस का बुनसेन के चूल्हे अथवा बुनसेन बर्नर ( Bunsen Burner ) में जलाया जाता है। उनके आविष्कारक बुनसेन ( Bunsen ) नाम के प्रसिद्ध वैज्ञानिक थे। इस बर्नर में गैस में वायु को मिलाया जाता है, जिससे बिना धुवे की लपट निकलती है, जिसमें प्रकाश कम और उष्णता अधिक होती है।

इस आविष्कार से ही गैस से भोजन बनाने के स्टोव ( Stove ) और अंगीठियाँ ( Heater ) बन सकी हैं। इसी से गैस के प्रकाश की चमक बहुत अधिक बढ़ गई है। बहुत वर्षों तक गैस का प्रकाश मन्द रहा, किन्तु अब उसका प्रकाश बड़ा उत्तम होता है। गैस का नया चमकीला प्रकाश केवल अधिक चमकीला ही नहीं होता बल्कि स्वास्थ्यदायक भी होता है। क्योंकि यह ऑक्सीजन को कम जलाता है और अशुद्धि भी कम उत्पन्न करता है।

### गैस की विस्फोटक प्रकृति

गैस की विस्फोटक प्रकृति उसको लाभ-प्रद और हानि-प्रद दोनों ही बनाती हैं। क्योंकि गैस से अच्छे और बुरे दानो ही काम लिये जाते हैं। उदाहरण के लिये गैस का एंजिन भी विस्फोट से ही काम करता है। इस घटना से लाभ उठाकर ही—गैस और वायु को मिलाने से विस्फोटक

बनता है—गैस को विस्फोटक सिलेंडर में डालकर पिस्टनों को धक्का दिया जाता है।

जिन देशों में मिट्टी का तेल अधिक उत्पन्न होता है वहाँ मिट्टी के तेल की खान से ही स्वाभाविक गैस भी अत्यधिक परिमाण में निकलता है। इस स्वाभाविक गैस से अनेक प्रकार के व्यापारों में बहुत काम लिया जाता है। संयुक्त राज्य अमेरिका में इस गैस से बहुत काम लिया जाता है।

‘गैस व्यापार का भविष्य क्या होगा’, यह कहना अत्यंत कठिन है। निःसन्देह कोयले को जलाने लिये उसका अधिक-से-अधिक कारबन बनाया जावेगा। भविष्य में जलाने का ठोस, तरल और गैस तीनों ही प्रकार के पदार्थों से काम लिया जावेगा। उस समय कच्चे कोयले को जलाना अत्यन्त हानिप्रद समझा जावेगा। अनेक प्रकार की उन्नतियों में गैस अभी अत्यन्त महत्वपूर्ण कार्य करता रहेगा।



## छठवीं अध्याय



### जहाज

अपने इञ्जिन. अपने अन्दर के आवागमन के मार्गों, अपने बेतार, आमोद प्रमोद, बिजली, हवा लेने की पद्धति और अपने अनेक आश्चर्यों सहित जहाज वर्तमान सभ्यता का सच्चा प्रतिनिधि है।

जल-पानो में वाष्प का प्रयोग होते ही समुद्र जीवन में क्रान्ति मच गई। लकड़ी के स्थान में लोहा और इस्पात से जहाजों के निर्माण में काम लिया गया। बिजली और बेतार के आविष्कारों ने तो समुद्री जीवन को एकदम आश्चर्यमय बना दिया। आजकल का जहाज समुद्र के अन्दर एक स्वावलम्बी नगर है, जिसमें सब आवश्यकताओं की पूर्ति होती है।

जहाज पर कोई वस्तु व्यर्थ नहीं होती। प्रत्येक वस्तु का कुछ-न-कुछ महत्वपूर्ण प्रयोजन होता है।

जहाज अपने असली रूप में एक यात्रा करने वाला



नगर होता है। इस चलते-फिरते नगर में राजनीतिज्ञ, करोड़पति, डाक्टर, वैरिस्टर, सैनिक, व्यापारी, यात्री, अन्वेषक, प्रोफेसर और लेखक प्रत्येक प्रकार के स्त्री, पुरुष और बच्चे यात्रा करते हैं। इस नगर में उनकी सभी आवश्यकताओं की पूर्ति की जाती है। इनमें प्रत्येक प्रकार का भोजन इस प्रकार एकत्रित रहता है कि वह सदा मीठा और ताजा बना रहता है और उसको प्रतिदिन सेवन किया जा सकता है। ताजा दूध तक जहाजों में इसी प्रकार रखा जा सकता है। यह जमाकर सख्त कर लिया जाता है। जब कभी दूध की आवश्यकता होती है, उसमें से थोड़ा सा काटकर उसको घोल लिया जाता है। कुछ जहाजों पर दूध के चूर्ण से भी काम लिया जाता है। जहाज पर एक यन्त्र को आइरनकाउ (Iron cow) अथवा लोहे की गाय कहते हैं। इसकी सहायता से उस दूध में गरम जल मिलाकर उसको ताजा दूध बना लिया जाता है।

जहाज पर दूसरी समस्या जल की होती है। समुद्र के जल को नलों के द्वारा खैचकर उससे नहाने, धोने और सफाई का काम लेते हैं। बन्दरगाह में पहुँचने पर जहाज के अनेक भागों में लगी टंकियों को पीने के ताजे पानी से भर लिया जाता है। बहुत लम्बी यात्रा पर प्रायः जल थोड़ा पड़ जाता है। तब दूसरे उपायों से जल प्राप्त करना पड़ता है। ऐसी परिस्थिति में समुद्र के जल को ही वाष्पी-

करण क्रिया (Evaporation) के द्वारा मीठा पानी बनाकर उससे पीने का काम लिया जाता है।

### जहाजों की शतवर्षीय उन्नति

जहाज के बड़े भारी लम्बे-चौड़े आकार को देखकर स्वयं कल्पना हो जाती है कि उसका इञ्जिन भी कितना बड़ा होता होगा।

वाष्प से चलाये जाने वाले सब से प्राचीन जहाज में पीछे की ओर डांड के रूप में एक पहिया (Paddle-wheel) था। यह जहाज ८० हार्स पावर के एक वाष्प के इञ्जिन से चलाया जाता था। समुद्र में डांड से चलने वाले सब से अन्त के जहाजों में से एक ३७६ फुट लम्बा था, इसमें ४ सहस्र हार्स पावर का इञ्जिन था।

सन् १८३६ ई० के लगभग पेंच के चलाने वाले पङ्के (Screw Propeller) से काम लिया गया। यह डांड के पहिये की अच्छा चलाता था। आज समुद्र में इसका बहुत प्रयोग किया जा रहा है।

आज इतने बड़े-बड़े जहाज बनाये जाते हैं कि उनमें से कोई-कोई तो ६० सहस्र टन भारी हांते हैं। वह तीन पेंच (स्कू) से चलते हैं। उनमें पचास सहस्र हार्स पावर से काम लिया जाता है।

आजकल व्यापारिक जहाजों में टरबाइन (Turbine) मशीन से अधिक काम लिया जाता है। किन्तु ब्रिटेन के

जंगी जहाजी बड़े में रेसीप्रोकेटिंग इंजिन ( Reciproca-  
ting Engine ) से ही काम लिया जाता है ।

गत महायुद्ध में डूबे हुए लूसीटानिया (Lusitania)  
नाम के बड़े भारी जहाज में चार पेच ( स्क्रू ) थे और  
वह ७० सहस्र हार्स पावर से चलाया जाता था । युद्ध के  
बाद बने हुए जहाजों में इससे भी अधिक शक्ति से काम  
लिया जा चुका है ।

### जहाज में बिजली का महत्व

यह पोंछे दिखलाया जा चुका है कि जहाज में कोयले  
की अपेक्षा तेल से अधिक सुविधा रहती है । किन्तु दूसरे  
कार्यों के लिए जहाज को बिजली की आवश्यकता पड़ती  
है । बिजली से प्रकाश किया जाता है, गर्मी के दिनों  
अथवा गर्म देशों में कमरों के पङ्खे चलाये जाते हैं और  
सर्दी के दिनों अथवा ठंडे देशों में अंगीठी का काम लिया  
जाता है ।

जहाज में यात्रा का प्रकाश सफेद, लाल और हरा  
होता है । इस प्रकाश से इस बात का पता लग जाता है  
कि जहाज किस दिशा में जा रहा है । यह प्रकाश बिजली  
का ही होता है । कुछ बड़े-बड़े जहाजों में व्यापारी माल  
लादने, नाव उतारने, चढ़ाने अथवा अन्य भारी सामान के  
ढँठाने के लिए बिजली के ही यन्त्र लगे होते हैं ।

यदि जहाज में सर्चलाइट ( Searchlight ) होती

है तो उसके लिए भी बिजली की आवश्यकता होती है। बिजली के आर्क लैम्प तो जहाज पर कई-कई हुआ करते हैं। अपने बेतार के यन्त्र के लिए भी जहाज को बिजली की आवश्यकता होती है।

### संसार की कहानी को महासागर में बतलानेवाले समाचार पत्र

जहाज में बेतार के यन्त्र के उपयोगों का पीछे पर्याप्त वर्णन किया जा चुका है। प्रत्येक जहाज में बेतार से आए हुए संसार-भर के समाचारों को यात्रियों की सूचना के लिए दैनिक समाचार-बोर्ड पर लगा दिया जाता है। बहुत बड़े जहाजों में तो उन समाचारों को छापकर जहाज के बेतार समाचार का दैनिक पत्र निकाला जाता है।

जहाज ही समुद्र के अन्दर ऋतु-परिवर्तन का अनुमान करते हैं। वायुमापक यन्त्र अथवा बैरोमीटर ( Barometer ), शीतोष्ण-मापक यन्त्र अथवा थर्मोमीटर ( Thermometer ), वायु और ऋतु की साधारण दशा के विशेष-विशेष समय के समाचार अपने बेतार द्वारा लन्दन के वायु-विद्या-सम्बन्धी ( Meteorological ) दफ्तर में भेज देता है। इस प्रकार जहाज संसार को वैज्ञानिक अन्वेषण में भी सहायता देता है।

जहाज में प्रयोग में आनेवाले अनेक उपयोगी यन्त्र प्रत्येक जहाज पर ध्रुव-प्रदर्शक अथवा कुतुबनुमा होती

है। छोटे जहाज पर एक और बड़े पर कई-कई होती है।

जहाज में एक और यन्त्र होता है, जो जहाज की प्रति घण्टे गति के साथ-साथ यह बतलाता है कि जहाज कितने मील की यात्रा कर चुका है।

एक दूसरा यन्त्र जहाज में उसके नीचे के जल की गहराई को बतलाता है, इससे गहरे काँहरे आदि में किनारों के भूलने का भय नहीं रहता।

जहाज में साधारण घड़ियाँ काम नहीं दे सकतीं, क्योंकि उनका समय बदलता रहता है। जहाज में एक विशेष घड़ी होती है, जिसे क्रोनोमीटर (Chronometer) कहते हैं।

जहाज में वायु और समुद्र के तापमान को नापने के लिए पारे के वायु-मापक यन्त्र (Mercurial Barometers) बिना पारे के जल की गति बतानेवाले यन्त्र (Aneroids) और वायुमापक यन्त्र (Thermometers) लगे होते हैं। जहाज में इन यन्त्रों के अंकों को निश्चित समय पर देखने के अतिरिक्त ऋतु की सामान्य दशा, वायु के वेग और समुद्र की दशा को भी देखकर लन्दन के वायु-विद्या-सम्बन्धी (Meteorological) दफ्तर में भेज दिया जाता है।

जहाज में नगरों के समान आग बुझाने के एंजिन भी होते हैं। जहाज के प्रत्येक भाग में पर्याप्त संख्या में नल

लगे होते हैं, जिससे आवश्यकता के समय उनसे चाहे जहाँ पानी लिया जा सके।

प्रत्येक जहाज में अनेक ऐसे कमरे होते हैं, जिनकी हवा बिल्कुल खींच ली जाती है। वायु भरी होती है। अतः जहाज के टक्कर आदि से चोट खाने के समय इन कमरों के कारण जहाज पानी पर अधिक समय तक तैर सकता है।

जहाज के प्रत्येक महत्वपूर्ण स्थान में टेलीफोन अथवा बोलने के नल ( Speaking Tubes ) और बिजली की घण्टियाँ लगी होती हैं। जहाज के पुल के ऊपर से इंजन के कमरे में समाचार देने के लिए एक टेलीग्राफ लगा होता है, जिसे 'एंजिन रूम टेलीग्राफ' कहते हैं।

जहाज में एक नक्शों का कमरा होता है, जिसे चार्ट-हाउस ( Chart-House ) कहते हैं। इस कमरे में समुद्रोपयोगी सभी यन्त्र, नक्शे और मानचित्र होते हैं।

### समुद्र के बदलते रहनेवाले मानचित्र

इनमें समुद्र के भी सैकड़ों मानचित्र होते हैं। यह मानचित्र ठीक-ठीक नाप से बनाए जाते हैं। इनमें जल की प्रत्येक स्थान की गहराई, किनारों की विशेषताओं, प्रकाश-गृहों ( Light Houses ) का स्थान, प्रकाश के जहाजों ( Light-Ships ), पानी पर तैरनेवाले लङ्गरो के निशानों ( Buoys ) और समुद्र-यात्रा की सहायता के योग्य अन्य

अनेक सूचनाएँ होती हैं। इस विषय की पुस्तके भी जहाज पर काफ़ी रहती हैं।

होनेवाले परिवर्तनों को भी मानचित्र में दिखला दिया जाता है। नई चट्टानों का पता लगाया जाता है, बालू भर जानेवाले नदियों के मुहानों का हिसाब रखा जाता है, प्रकाश-ग्रह या तो बदलते रहते हैं अथवा नये बनाए जाते हैं। इस प्रकार की अनेक बातें जहाजों में लगायी जाती रहती हैं। इन मानचित्रों को जल-सेना के 'हाइड्रोग्राफिक' (Hydrographic) विभाग द्वारा बनाया जाता है। यह विभाग प्रति वर्ष इन मानचित्रों में घटाने-बढ़ाने की लगभग २००० सूचनाएँ निकालता है।

### जहाज का आमोद-प्रमोद

बड़े-बड़े जहाजों में यात्रियों की सुविधा, सुरक्षा और आमोद-प्रमोद का बड़ा सुन्दर प्रबन्ध किया जाता है। डेक के ऊपर सब प्रकार के खेलों का प्रबन्ध किया जाता है। कुछ बड़े-बड़े जहाजों में तो तैरने तक का प्रबन्ध रहता है।

### एक आधुनिक जहाज की निराली शान

भारतवर्ष में जहाज देखनेवालों की संख्या गिनी-चुनी है। कुछ थोड़े-से धनी व्यक्तियों और भारतीय समुद्र-तट के निवासियों के अतिरिक्त भारतवासियों के लिए समुद्र और जहाज अभी तक एक समस्या ही हैं।

इंग्लैण्ड की एक कम्पनी का 'मैजेस्टिक' नाम का जहाज ६४००० टन का है, वह एक लाख हार्स पावर की शक्ति से नेल द्वारा चलाया जाता है। उसके बॉएलर (Boiler) पाँच एकड़ को घेरे हुए है। उसमें ४८ बॉएलर, चार बड़े-बड़े टरबाइन एंजिन और २५० भट्टियाँ हैं। उस पर इस्पात के नौ डेक हैं, जिनमें आठ-आठ कमरेवाले ४०० घरों के बराबर जगह है। उसमें १२०० कमरे हैं, जिनमें ४००० मनुष्य रह सकते हैं। यात्रियों के अतिरिक्त १ सहस्र मल्लाह भी उसमें रहते हैं। उसकी लम्बाई एक सहस्र फुट अथवा डेढ़ फर्लाङ्ग से भी कुछ अधिक और चौड़ाई १०० फुट है। उसकी ऊपर के पुल से नीचे की नाव (Keel) तक की गहराई १०० फुट से भी अधिक है। इस जहाज में कुल पचास लाख घन फुट स्थान है। इसके भोजन-गृह का क्षेत्रफल दस सहस्र फुट है।

उसमें ८२० वर्ग फुट बड़ा तैरने का तालाब है, जिस में आध घण्टे से भी कम में १२० टन समुद्र का जल भरा जा सकता है। उसमें स्नान करनेवालों के लिए तीस कमरे कपड़े बदलने के लिए हैं। उसके पुस्तकालय में चार सहस्र पुस्तकें हैं। रात्रि को जब उसमें पूरा प्रकाश होता है, तो डेढ़ सहस्र बिजली की बत्तियाँ एकसाथ जलती हैं।

ऐसे बड़े जहाज के लिए भोजन की भी अधिक मात्रा



में ही आवश्यकता होती है। अतः यह अपने साथ ४८००० अण्डे, ३१००० पौड दूध, २५००० पौड मांस और २६००० पौड शाक लेजाता है। उस पर १७ टन कम्बल, ३००० फर्श और १६०००० बानात के टुकड़े हैं। उस पर तीन टन काटने के यन्त्र चाकू, छुरी ( Cutlery ) और ७५ टन चीनी के बर्तन आदि है, जिनमे २४०० चाय और क़हवे (Coffee) के बर्तन, दस सहस्र तश्तरियाँ, १६ सहस्र प्याले, २६ सहस्र गिलास और ५५००० काटने के यन्त्र, चाकू, छुरी-आदि है। उसमे ३०००० सेट है। उसमे ४५० आग की घण्टियाँ ( Fire alarms ) और चार बेतार के स्टेशन है।

ऐटलांटिक महासागर के बड़े-बड़े जहाजो मे अब जाडो के बगीचे भी लगाये जा रहे है। आजकल प्रत्येक जहाज में नई-नई उन्नति होती जाती है।



## सत्ताईसवाँ अध्याय



### रेलगाड़ी

यद्यपि भारतवर्ष में रेलों का प्रचार अब अच्छा हो गया है, किन्तु अब भी ऐसे अनेक भारतीय हैं, जिन्होंने न तो जन्म-भर अपने गाँव से बाहर पैर ही रक्खा है और न रेल के दर्शन किए हैं। तथापि शिक्षित भारत-वासियों के लिए रेलगाड़ी अब कौतुक का विषय नहीं रही है। अतः इस अध्याय में रेलगाड़ी के विषय में अत्यन्त आवश्यक बातों का ही वर्णन किया जावेगा।

रेलगाड़ी का मुख्य अंग उसका एंजिन होता है। एंजिन में कोयला जलाकर उससे पानी को गरम किया जाता है। यही वाष्प एंजिन को चलाती है। बड़े-बड़े एंजिनों में ३५०० से ५००० गैलन तक पानी आता है, किन्तु यात्रा करने में यह पानी बहुत शीघ्र समाप्त हो जाता है और दोबारा पानी लेना पड़ता है। कोयले का स्रव एक बड़े एंजिन में प्रतिमिनिट ३८ पौंड होता है।

## संसार में रेलों का विकास

रेल की पटरियाँ संसार-भर में इस प्रकार बिछी हुई हैं, जिन प्रकार शरीर में नसे फैली हुई हैं।

सन् १८३० में जार्ज स्टेफेनसन ने लिवरपूल से मान-चेस्टर तक रेल-लाइन बनाई थी। सन् १८५० में संसार-भर में २३००० मील में रेल हो गई, जिसमें से ६६०० मील ब्रिटेन में, १४०० मील योरोप में और नौ सहस्र मील अमरीका में थी। सन् १८७० में संसार-भर में १२६००० मील रेल थी, जिसमें से १५,५०० मील ब्रिटेन में और ५३००० मील अमरीका में थी। सन् १८९० में संसार-भर में ३७००० मील रेल बन गई, जिसमें से ब्रिटेन में २०,००० मील, अमरीका में १६६,६०० मील और जर्मनी में २५००० मील थी। सन् १९०८ में यह संख्या ५७७००० मील हो गयी, जिसमें से अमरीका में २३००००, ब्रिटेन में २३००० और जर्मनी में ३५,५०० मील थी। सन् १९१३ में कुल संसार में ७ लाख मील रेल थी, जिसमें से दो लाख मील योरोप में और साढ़े तीन लाख मील अमरीका में थी। भारत में तो इस संख्या का अभी बहुत थोड़ा अंश ही बन पाया है।

## रेलों के न लड़ने का प्रबन्ध

रेलों के कार्य के सुचारु रूप से होने के लिए सङ्केत, अथवा सिगनल की पद्धति निकाली गई है। सिगनल,

अनेक प्रकार के होते हैं। प्रत्येक प्रकार के सिगनल का डाइवर के लिए एक विशेष संकेत होता है। गाड़ी को चलाने अथवा रोकने के सङ्केत दिन के समय सिगनल को भुजा को उठाकर अथवा गिरा कर करते हैं, किन्तु रात्रि के समय भुजा के दिखाई न देने से यही कार्य लाल और हरे रंग के प्रकाश से लिया जाता है।

इन सिगनलों का सम्बन्ध टेलीग्राफ और टेलीफोन से भी होता है। इनके द्वारा सिगनलवाला आदमी गाड़ियों के आने और जाने की सूचना देता रहता है। सिगनलवाला केवल गाड़ी के आने की खबर ही नहीं रखता, वह लाइन को भी बदलता रहता है।

इतनी अधिक गाड़ियों के आने-जाने पर भी दुर्घटनाएँ बहुत कम होती हैं। इस समय एक नए प्रकार के स्वयं कार्य करनेवाले सिगनल चले हैं, जिनको आटोमैटिक सिगनल कहते हैं। यदि कोई डाइवर अपने सामने के सिगनल की गलती से उपेक्षा करके जाता है, तो एंजिन का एक हाथ एक स्वयं काम करनेवाले बन्दूक के घाड़े ( Automatic trigger ) को पकड़ लेता है और उसी समय ब्रेक लग जाते हैं। डाइवर को उसकी गलती बतलाने के लिए एक सीटी भी बज जाती है और गाड़ी या तो मन्दी पड़ जाती है अथवा रुक जाती है।

किन्तु इङ्गलैण्ड में और भी अच्छा उपाय निकाला:

गया है और उसके शीघ्र ही सारे संसार में फैल जाने की आशा है। इसका आविष्कारक मि० ए० आर० ऐंगस (Mr A. R. Angus) नाम का एक आस्ट्रिया निवासी था। अतएव इस उपाय का नाम भी ऐंगस सिस्टम (Angus System) ही पड़ गया। इसके द्वारा गाड़ियों का लड़ना एकदम ही असम्भव हो गया। यह इस प्रकार होता है—

### बिजली के द्वारा किस प्रकार रेलों की टक्कर को बचाया जा सकता है

रेल की पटरियों में बिजली की एक हल्की करेण्ट जाती है। यह रेल की पटरियों तौंचे के तार से जुड़ी होती है। लोकोमोटिव (रेल के एंजिन) का काइल (तार का लच्छा) रेल की पटड़ियों के अत्यन्त पास आता हुआ तार में से आवश्यक करेण्ट को खेचकर एंजिन के एक बिजली के मैग्नेट को देता है, जिससे एक लीवर खड़ा हो जाता है। अर्थात् करेण्ट कटकर लीवर को आकर्षण के द्वारा गिरा देता है, जिससे ब्रेक गिर जाते हैं। एंजिन में शक्ति आनी बन्द हो जाती है और गाड़ी खड़ी हो जाती है।

रेलवे का मार्ग कई भागों में बँटा हुआ होता है, जिन का प्रबन्ध सिग्नल-बक्स के द्वारा किया जाता है। प्रत्येक

भाग का अपना पृथक् मैगनेट होता है। कांई गाड़ी लाइन के ऊपर से तब तक नहीं जा सकती, जब तक उसके पाम ब्रेक लगानेवाले लीवर को थामने योग्य बिजली की शक्ति न हो। यह बिजली सिगनल-बक्स के एक स्विच को खोलने से मिलती है। यदि गाड़ी किसी भाग में पहले से ही हो, तो उस भाग का स्विच नहीं खुल सकता। इस प्रकार जिस भाग में एक गाड़ी पहले से ही मौजूद हो, उस में दूसरी गाड़ी को सिगनलमैन भी नहीं भेज सकता।

इस प्रकार इस ऐगस सिस्टम से लोकोमाटिवों को भी विचार-शक्ति मिल गई। इस सिस्टम की गाड़ियाँ गहरे-से-गहरे कोहरे में भी पूरे वेग के साथ जा सकती हैं, क्योंकि इनमें सिगनलमैन और ड्राइवर को सिर उठाकर देखने की भी आवश्यकता नहीं पड़ती।

यदि एक मार्ग में ही कई गाड़ियाँ हो तो दूसरी गाड़ी वहाँ पहुँचने के पूर्व ही रुक जावेगी। उस समय एक सीटी बजती है और यदि ड्राइवर भी गाड़ी नहीं रोकता, तो वाष्प बन्द हो जाती है और ब्रेक स्वयं लग जाते हैं, गाड़ियाँ भयङ्कर मोड़ों पर पटरी से उतरने से बच जाती हैं। लाइन पर भयंकर रुकावट, गर्मी से पटरियों का मुड़ना तथा दुर्घटना के अनेक कारण इस ऐगस सिस्टम से रुक जाते हैं। यह सिस्टम नई रेलवे-लाइनों में बहुत कम खर्च से लगाया जा सकता है।

## बिजली की रेलगाड़ियाँ

इन रेलों के साथ-साथ ही बिजली की रेल भी चल पड़ी है। बम्बई के चारों तरफ तो कोयले का धुआँ रेल के एंजिन में देखने को भी नहीं मिलेगा। लन्दन में बिजली की रेलगाड़ी का बहुत प्रचार हो गया है। संयुक्त राज्य अमेरिका की रेलों में तो बिजली के सैकड़ों एंजिन हैं।

बिजली की गाड़ियाँ वाष्प एंजिन के समान स्वयं अपनी शक्ति नहीं बनाती, बरन यह, जैसा कि पीछे लिखा जा चुका है, पटरियों या तार से बिजली लेती हैं। यह गाड़ियाँ साफ, सस्ती और तेज होती हैं। यह आसानी से चलाई और रोकी जा सकती हैं।

अतएव यह आशा की जाती है कि बिजली-घरों की संख्या के बढ़ने के साथ बिजली की रेलों की संख्या भी बढ़ती जावेगी, यहाँ तक कि जहाजों के समान रेल के एंजिनों में भी कोयला देखने को न मिलेगा।

## अट्ठाइसवाँ अध्याय



### मोटरकार

यद्यपि वाष्प के लोकोमोटिवो के आविष्कार से आवागमन में बड़ी भारी सुविधा होगई, किन्तु थोड़ी-थोड़ी दूर तक थोड़ी सवारी और सामान ले जाने के कार्य में अब भी कठिनता ही होती थी। अतएव अब साधारण गाड़ियों के स्थान में नई यात्रिक गाड़ी के लिए खोज की जाने लगी।

सन् १८७६ में ड्यूज़ (Deutz) के रहनेवाले डॉक्टर निकोलस ओटो ( Dr. Nicholas Otto ) ने गोटलीब डैमर ( Gottlieb Daimler ) की सहायता से एक गैस का एंजिन बनाया। हमारे वर्तमान मोटरकार का पिता यही एंजिन था।

ओटो का एंजिन बहुत धीरे-धीरे चलता था। उसका पीछे का पहिया ( Fly-wheel ) एक मिनट में केवल २५० बार घूमता था। लोकमत के विरुद्ध रहते हुए भी डैमर ने एक और एंजिन बनाया, जो पहले की अपेक्षा



अधिक तेज और अधिक हल्का था। उसकी सफलता में बहुत कम को विश्वास था, किन्तु डैमर बराबर उद्योग करता गया।

पेट्रोल वाला यह एंजिन सन् १८८६ में बनाया गया। यह तीन वर्ष तक चला। तब डैमर ने दूसरा बनाया और उसको एक बाइसिकिल में लगाकर उस पर चढ़ा। मोटर बाइसिकिल के उसके पहले एंजिन के पिछले पहिये में (Fly wheel) शक्ति उस जंजीर की पेटों के द्वारा जाती थी, जो अगले पहिये (Driving wheel) में लगी होती थी। उसने इसमें फिर उन्नति करके दो सिलेण्डर वाला एंजिन बनाया, जिसमें पिस्टन के डण्डे (Piston rods) टेढ़े धुरे में लगे थे। यह छोटी-सी मशीन ड्यूज (Deutz) की सड़को में तब तक दौड़ती रही, जब तक इसका खूब प्रचार न होगया। अब एक फ्रान्स के कारखाने ने इसके एंजिन से काम लेने के अधिकार मोल ले लिये। इस कम्पनी के हाथ में मोटरकार ससार के सामने सन् १८९१ में सड़को पर आया।

इस समय अनेक विद्वान् 'इंटरनल कॉम्बश्चन एंजिन' (Internal Combustion Engine) के आविष्कार में में लगे हुए थे। उन लोगों ने वायु और गैस को दबाने का सिद्धान्त निकाला। उन्हीं लोगों ने बिजली की समस्या को हल किया। बोल्टा ने अपनी बैटरी से और फैरैड

( Faraday ) ने अपने मैगनेटो और डाएनमो से इसके आविष्कार में हाथ बटाया । इस यन्त्र ने सड़को पर चलने में स्टेफेनसन की रेलगाड़ी से भी अधिक क्रान्ति की ।

मोटरकार के एंजिन में एक से लगाकर बारह सिलेंडर तक होते हैं । प्रत्येक सिलेंडर एक स्वावलम्बी एंजिन होता है और स्वयं ही अपना काम करता है ।

### मोटरकार का एंजिन

सिलेंडर हमको दिखलाई नहीं देता, क्योंकि उसके ऊपर टीन का एक पर्दा पड़ा रहता है । इसके अन्दर पानी नलों के अन्दर से होता हुआ रेडिएटर ( Radiator ) में जाता है । यहाँ यह अपने सिलेंडर में वापिस आने से पूर्व सामने की वायु के द्वारा ठण्डा कर दिया जाता है । सिलेंडर की बगल में कारबोरेटर ( Carburetter ) होता है । पेट्रोल इसी में बहकर आता है । कारबोरेटर एक उपपादक नल अथवा इंडक्शन पाइप ( Induction Pipe ) के द्वारा सिलेंडर से जुड़ा होता है, पिस्टन जब सिलेंडर के अन्दर नीचे को उतरते हैं वह अपने सामने की वायु को धक्का देते हैं । जिससे वहाँ थोड़ा सा शून्याकाश या वाइक्यूम ( Vacuum ) हो जाता है । अतएव वह अन्दर के पर्दे ( Inlet Valve ) के द्वारा पेट्रोल को चुस लेता है ।

पेट्रोल वायु के साथ मिलने पर वाष्प ( Vapour ) बन जाता है, और नल के अन्दर से बच जाता है । अतएव

अब उसके रहने में आग लग जाने का डर रहता है। सिलेडर में जाते समय यह एक फव्वारे के द्वारा बहुत छोटे छोटे अंशों में बिखर जाता है, और मिलने के खाने (Mixing Chamber) में यह हवा से मिल जाता है। इस प्रकार सिलेडर में यह अत्यन्त उच्च गैस की दशा में पहुँचता है, पिस्टन चार चोटों (Strokes) के चक्र से चलता है। पहिली चोट इंडक्शन स्ट्रोक (Induction Stroke) कहलाती है, जो अन्दर के पर्दे (Inlet-Valve) के द्वारा पेट्रोल की वाष्प (Vapour) को खींचती है। तीसरे स्ट्रोक के पश्चात् मैगनेटो से बिजली का एक करेंट स्पार्किंग प्लग (Spark plug) में आती है, इस समय करेंट थोड़ा कूदती है। यह प्लग के एक कोने से दूसरे कोने में दौड़ती है। इसके कूदते समय बिजारी (Spark) पैदा होती है।

यह बिजारी उस समय आती है जब पिस्टन उतरने वाला होता है। यह सिलेडर के सिर में ही गैस में आग लगाती है। उस समय गैस अत्यन्त अधिक फैलता है, जिससे पिस्टन को बड़े वेग से धक्का लगता है। पिस्टन की शक्ति धुर (Crank Shaft) में ले जायी जाती है। पोल्टे का पहिया शक्ति का खजाना कर लेता, घूमता और पिस्टन को एक बार उठाता है। उस समय सिलेडर में अत्यधिक उष्णता भर जाती है। उसमें के जले हुए गैस (Exhaust)

को पिस्टन बाहर निकालते हैं। अब एग्जहॉस्ट का पदार्थ (Exhaust Valve) स्वयं ही खुल जाता है और वह एग्जहॉस्ट पाइप (Exhaust Pipe) में चला जाता है, यहाँ से यह साइलेंसर (Silencer) में जाकर ठण्डा होता है और खुली हवा में निकल जाता है।

इस प्रकार पिस्टन के चार स्ट्रोक होते हैं। पहिला गैस को चूसने का इंडक्शन-स्ट्रोक (Induction stroke) दूसरा गैस की लम्बाई-चौड़ाई (Volume) को कम करनेवाला कम्प्रेसन स्ट्रोक (Compression Stroke) तीसरा गैस के भड़कने से पावर स्ट्रोक (power Stroke) और चौथा सिलेंडर के सफा होने से एग्जहॉस्ट स्ट्रोक (Exhaust Stroke)।

मोटरकार को शक्ति चलाती है। धुरे के मोड़ के किनारे पर चलानेवाला पिछला पहिया (Fly wheel) लगा होता है, शक्ति इसी में आती है और उसी शक्ति से मोटर चलता है।

वर्तमान मोटर में अनेक बातों में उन्नति की गई है। तेल देने का ढंग बड़ा सुन्दर है। एक पञ्चा एंजिन को सदा ठण्डा करता रहता है। एंजिन के चलते समय एक डाइनमो (Dynamo) करंट उत्पन्न करता तथा उसको एक एक्ज्यू-मुलेटर (Accumulator) में जमा करता रहा है। यहाँ से करंट स्वयं ही एंजिन में पहुँच जाता है।

पेट्रोल के एंजिन ने वैज्ञानिक जगत् में बड़े-बड़े आश्चर्यजनक कार्य किये हैं । इसके द्वारा मोटरकार बड़ी-बड़ी मरुभूमियों ( Deserts ) को पार कर लेता है इसी एंजिन ने ऐमुण्डसेन ( Amundsen ) को दक्षिणी ध्रुव में पहुँचाया । इसी के द्वारा मनुष्य आकाश में पक्षियों से भी ऊपर पहुँच गया । इसके द्वारा हवाई जहाज ( Airships ) आकाश में एक साथ लगातार सात दिन तक उड़ते रहे ।

### मोटर के एंजिन की आश्चर्यजनक उन्नति

मोटर एंजिन ने नगर और ग्रामों को मिला दिया । मोटर-यात्रा अब प्रायः सार्वजनिक होगई है, इस समय घोड़े का प्रायः सब काम मोटरकारों से लिया जा रहा है ।

इतने कम समय में इतनी उन्नति अभी तक किसी अन्य वस्तु की नहीं हुई । इसने मनुष्य की आवश्यकताओं की सब से अधिक पूर्ति की है ।

मोटर का आविष्कार इंग्लैण्ड ने किया । किन्तु इसकी उन्नति करके इसको वर्तमान रूप दूसरे देशों ने दिया ।

## उनतीसवाँ अध्याय



### हवाई जहाज़

यद्यपि हवाई जहाजों की सहस्रो मील तक यात्रा करने योग्य उन्नति महायुद्ध के समय में हुई है, किन्तु इसका विचार मनुष्य के हृदय में अत्यन्त प्राचीन काल से ही था।

#### प्राचीन भारत में विमानों का अस्तित्व

भारतवर्ष ने इस विषय में अत्यन्त उन्नति की थी। प्राचीन भारत में इसको विमान कहते थे। रावण के पास जो कि बड़ा प्रसिद्ध विज्ञानाचार्य था। पुष्पक नाम का विमान था, जो मन के समान तेज गति से चलता था और जो इतना बड़ा था कि उसमें रामचन्द्र की सारी सेना आगई थी। उसमें वर्तमान जहाजों के समान आम्र-प्रमोद के अनेक साधन उपस्थित किये गये थे। उसके फव्वारों की सुन्दरता का तो विशेष रूप से वर्णन किया गया है।

सनातनधर्मी शास्त्रों की अपेक्षा जैन शास्त्रों में विमानों के प्रयोग की अधिक कथाएँ हैं। जैनी ही सम्भवतः प्राचीन

भारत में आधिक वैज्ञानिक थे। जैन ग्रन्थों में तो विमानों के द्वारा आकाश में किये हुए अनेक युद्धों तक का वर्णन है। संसार के इतिहास में युद्धों का बड़ा भारी महत्व है। युद्ध ही राष्ट्र को बनाते और युद्ध ही उसको बिगाड़ते हैं, युद्ध ही विज्ञान में उन्नति करते और युद्ध ही विज्ञान को नष्ट करते हैं। गत योरोपीय महायुद्ध ने योरोप को बना दिया और उसके विज्ञान को अत्यंत समुन्नत कर दिया, किन्तु महाभारत के महा-युद्ध ने ईसामसीह से कई सहस्र पूर्व न केवल भारतवर्ष को नष्ट कर दिया, वरन् उसके विज्ञान को भी नष्ट कर दिया। अतएव आज अपने घरों में विमान बनाने वाले भारतवासी विदेशों के वायुयानों को देखकर ही अत्यंत प्रसन्न हो उठते हैं। सारांश यह है कि यद्यपि हवाई जहाज की वर्तमान उन्नति को बहुत समय नहीं हुआ, किन्तु इसका विचार अत्यंत पुराना है।

### योरोप में किया हुआ आरम्भिक प्रयत्न

योरोप में इसका विचार सबसे प्रथम तेरहवीं शताब्दी में उत्पन्न हुआ। जब रोज़र बैकन (Roger Bacon) ने प्रस्ताव किया कि पतली धातु के एक बड़े भारी गोले में ऊपर के वायु मण्डल (Atmosphere) की अत्यंत पतली हवा अथवा तरल अग्नि भरकर उसको आकाश में उड़ाया जा सकता है। एक दूसरा प्रस्ताव था कि हल्के बर्तन में ओस भर कर उसको आकाश में उड़ाया जा

सकता था, क्योंकि ओस को प्रतिदिन प्रातःकाल सूर्य आकाश में खेच लेता है। किन्तु इन प्रस्तावों का कई शताब्दियों तक कोई निश्चित प्रभाव नहीं हुआ।

एक दिन सन् १७८३ में जोसेफ ( Joseph ) और जैकवेस ( Jacques ) नाम के दो भाइयों ने फ्रान्स के ऐनोने ( Annonay ) नगर में एक गुब्बारा उड़ाया। इस गुब्बारे में उष्ण वायु भरी गई थी।

इसके एक या दो माह बाद चार्ल्स ( Charles ) नाम के एक वैज्ञानिक ने गुब्बारे में हाइड्रोजन गैस ( Hydrogen ) भरकर उसको पेरिस से छोड़ा। वह शीघ्रता से आगे बढ़ता गया और पन्द्रह मील तक चला गया। हाइड्रोजन का इस कार्य में प्रथम बार ही प्रयोग किया गया था। दो वर्ष के पश्चात् गुब्बारे पर ही इंगलिश चैनल (English Channel) का पार किया गया। इस समय इसकी उन्नति के लिए इंग्लैण्ड और फ्रान्स में अनेक प्रयोग करके सफलता प्राप्त की गई। इंग्लैण्ड में गुब्बारों से ऊपर के वायु-मण्डल के सम्बन्ध में अनेक बातों का पता लगाया जाता था। किन्तु इस पूरे समय-भर गुब्बारे वायु के सहारे चलते थे। उनसे मनुष्य की इच्छा के अनुसार काम लेने के किन्ही साधन का पता नहीं लगा था।

गुब्बारे गोल हुआ करते थे। अब यह अनुभव किया गया कि इस आकार से काम न चलेगा। सन् १७८४ के



आरम्भ में एक फ्रांसीसी जेनेरल ने एक लम्बे आकार का गुब्बारा बनाया। इसमें दो बड़े-बड़े डॉड लगाये गए, जो हाथ से चलाए जाते थे। किन्तु इच्छानुसार दिशा में जाने योग्य हवाई जहाज इसके भी एक सौ वर्ष बाद बना।

तो भी इससे पूर्व कौतूहलजनक अनेक मशान बनाई गईं। उनमें से एक को फ्रान्स के हेनरी गिफर्ड (Henry Giffard) ने बनाया था। यह एक लम्बा किन्तु छोटा गुब्बारा था, जिसमें तीन हॉसपावर के वाष्प के एंजिन से चलनेवाला एक पंखा अथवा प्रापेलर (Propeller) लगा हुआ था। एक दूसरे को सन् १८७० में डिप्टी ले लोम (Deputy Le Lome) नाम के दूसरे फ्रांसीस ने बनाया था, इसका प्रापेलर हाथ से चलाया जाता था, जिसको उस के आठ यात्री चलाते थे।

सन् १८८४ में कप्तान रेनार्ड (Captain Renard) ने फ्रांस की सेना के वास्ते एक हवाई जहाज बनाया। यह अभी तक बने हुए नमूनों में सब से अधिक परिष्कृत था। उसको वास्तव में प्रथम हवाई जहाज (Aircraft) कहा जा सकता था। गुब्बारे के नीचे लटकी हुई गाड़ी (Car) में एक बिजली का मोटर था। आकाश में एक दिन तक अभ्यास करके यह चाहे जहाँ ले जाने योग्य होगया। यह चौदह मोल प्रति घण्टे की चाल से चलता था। इसके आविष्कारक टिसॉंडीयर (Tissandier) नाम के दो

भाइयो का आभार मानते हैं। यह दोनों इसी प्रकार का हवाई जहाज बनाने के प्रयोग बहुत समय से कर रहे थे।

पेट्रोल के मोटर का आविष्कार होने पर कुछ वर्ष के पश्चात् फ्रान्स और जर्मनी दोनों स्थानों में दूसरी सफल मशीनें बनाई गईं।

**आजकल काम आनेवाले हवाई जहाज के**

**तीन नमूने**

आजकल हवाई जहाज तीन प्रकार के होते हैं—कठोर (NonRigid), अर्द्ध कठोर (Semi-Rigid) और मुलायम (Rigid)। किन्तु आरम्भ के प्रायः जहाज कठोर थे। उन्नीसवीं शताब्दी के अन्त में ब्राज़िल (Brazil) के आविष्कारक सन्तोस डूमोंट (Santos Dumont) ने फ्रान्स में अपनी आकाश यात्राओं से जिस हवाई जहाज के द्वारा संसार को चकित किया था, वह इसी प्रकार का था। ब्रिटेन का सबसे पहला हवाई जहाज नूली सेकंडस (Nulli Secundus) भी ऐसा ही था। इनके पश्चात् महायुद्ध के कुछ समय पूर्व ब्रिटेन के बीटा (Beta) और गामा (Gamma) नाम के जहाज भी अच्छे जहाज थे। फ्रान्स में क्लेमेंट बेयार्ड (Clement Bayards) और लेबौडी (Lebaudy) नाम के हवाई जहाज बनाए गए। जर्मनी ने भी पर्सैवल (Parseval) नाम का सफल

हवाई जहाज बनाया। इटली ने भी एक-दो अच्छे हवाई जहाज बनाए। इनमें से अधिकांश युद्ध के वास्ते बनाए गए थे। किन्तु हवाई जहाज का भविष्य—उसके द्वारा शान्ति-स्थापना—राष्ट्रो को एक-दूसरे के अधिक समीप लाने में है। किन्तु जिस पर सहस्रो मील तक की यात्रा की जा सकेगी, ऐसा हवाई जहाज मुलायम ही होगा।

आजकल के कठोर हवाई जहाज प्रायः छोटे-छोटे होते हैं, जिनमें सिगार के आकार की गैस की थैली होती है। इसीसे एक गाड़ी लटकी होती है, जिसमें एंजिन, लकड़ी और एक से दस मनुष्य तक होते हैं। गैस की थैली के अन्दर हवा से भरे हुए कई छोटे-छोटे गुब्बारे या कमरे होते हैं, जिससे यह जहाज भिन्न-भिन्न प्रकार की ऊँचाइयों पर भी अपने आकार को बनाए रहता है। एंजिन में लकड़ी लगाने से उसका बोझ बहुत हल्का होता है। इससे हवाई जहाज को चढ़ने में सुगमता होती है। इसका मुकाबला करने के लिए गैस का निकलने दिया जाता है और गैस की कमी को पूरा करने के लिए उन छोटे-छोटे गुब्बारों में पिचकारी से हवा भर दी जाती है।

कठोर (Non Rigid) हवाई जहाजों में से पेट्रोल के कार्यों के वास्ते गत महायुद्ध में प्रयोग किया हुआ नार्थ सी (N. S.) का नमूना आकार में बहुत कुछ व्यवहारिक सीमा के पास है। एन० एस० १२ के अन्दर कुल स्थान

३६०,००० घन फुट था। वह २६२ फुट लम्बा था। इससे बड़े हवाई जहाज प्रायः मुलायम (Rigid) प्रकार के होते हैं, यद्यपि कभी-कभी वह अर्द्ध कठोर (Semi Rigid) भी होते हैं।

### आकाश में उड़नेवाले बड़े-बड़े हवाई जहाज

अर्द्ध कठोर नमूना कठोर के जैसा ही होता है। किन्तु इसमें जहाज के नीचे की पैदे की लकड़ी (Keel) के समान गुब्बारे के नीचे के भाग को एक लोहे का शहतीर (Girder) लगाकर मजबूत बनाते हैं। इस शहतीर में ही गाडी (Car) लटकाई जाती है, जिसमें एंजिन और यात्री-आदि होते हैं। चारों ओर कठोर हवाई जहाजों के समान छोटे-छोटे गुब्बारे होते हैं।

हवाई जहाजों का मुलायम नमूना सब से अधिक सफल हुआ है, और उसी का भविष्य सबसे अधिक उज्ज्वल है। यह बड़े-बड़े हवाई जहाज पूर्णरूप से जर्मनी के काउण्ट जेपेलिन (Count Zeppelin) के अनेक प्रयोगों और अनेक वर्षों के कष्ट का परिणाम हैं। यह प्रत्येक ऋतु में चाहे जहाँ इच्छानुसार ले जाये जा सकते हैं।

यह बात जर्मन कर खेद होता है कि काउंट ने अपने मस्तिष्क की उपज के इन आश्चर्यजनक परिणामों को इस कारण उत्पन्न किया था कि वह जर्मनी से बाहर जाकर

हत्या का बाजार गरम करे। क्योंकि यह महायुद्ध के समय बनाये गए थे।

ब्रिटिश इंजीनियरो ने काउंट जेपेलिन के इन बड़े-बड़े जहाजो मे बड़ी भारी उन्नति करली। उन्होने सात-सात सौ फुट लम्बे हवाई जहाज बनाये, जिनके अंदर दो या तीन घन फुट गैस आ सकता था। वह अपने बोम के अतिरिक्त तीस से लगाकर चालीस टन तक बाभ उठा सकते थे। इनका पूरा ढाँचा एक हल्की किन्तु पायेदार धातु—प्रायः ड्यूरैलुमिन ( Duralumin ) का होता है। उनके अंदर गैस के लिए कई एक सोने के बर्क ( Gold beater's Skin ) के गुब्बारे हैं। यह सब बाहिर से अत्यन्त सुरक्षित होते हैं।

### कोमल हवाई जहाज के ढाँचे की मीलों लम्बी धातु

वर्तमान हवाई जहाज के ढाँचे ( Frame work ) मे कम-से-कम सोलह लाख पृथक्-पृथक् भाग होते हैं। उनके बड़े-बड़े शहतीर और उनके ढाँचे को बनाने वाले असंख्य कुण्डल ( Rings ) बीस मील लम्बी धातु के बने होते हैं। यह सब के सब ५३ मील लम्बे तार मे बाँधकर मजबूत किए जाते हैं। एंजिन, चलानेवालों, यात्रियों और जहाज के माल से भरी हुई गाड़ियाँ ( Cars ) इस ढाँचे से कुछ फुट नीचे लगाई जाती हैं। गाड़ियों की संख्याएँ भिन्न-भिन्न होती हैं। ब्रिटेन के आर ( R ) श्रेणी के प्रायः

जहाजों में चार गाड़ियाँ होती हैं, एक बड़ी भारी जहाज के सामने की ओर होती है, उसमें कन्ट्रोल कैबिन ( Control Cabin ), बेतार का कमरा और एंजिन का कमरा होता है। इसमें एक ही एंजिन होता है, कन्ट्रोल कैबिन में जहाज चलाने के यन्त्र होते हैं। यहाँ से समुद्री जहाज के कप्तान के समान हवाई जहाज का कप्तान अपनी आज्ञाएँ निकालता है और जहाज को अपने शासन में रखता है। सभी गाड़ियाँ टेलीफोन से जुड़ी होती हैं।

जहाज के दोनों ओर एक-एक एंजिन को लिए हुए दो गाड़ियाँ और जुड़ी होती हैं। जहाज के पोछे के भाग में एक और गाड़ी होती है, जिस को शक्ति की गाड़ी ( Power Car ) कहते हैं। इसमें दो एंजिन होते हैं, इन एंजिनो की हॉर्सपावर की संख्या १२०० से लगाकर दो सहस्र तक जहाज के परिमाण के अनुसार होती है।

इस ढाँचे के बिल्कुल अन्त में बड़े-बड़े पतवार अथवा चलाने वाले ( Rudders ) और ऊपर उठाने वाले ( Elevators ) यन्त्र होते हैं। जहाज की दिशा और ऊँचाई का शासन इन्हीं से किया जाता है, पेट्रोल की टंकियाँ प्रायः गाड़ियों के ऊपर ढाँचे में लगायी जाती हैं। पानी की टंकियाँ भी वहीं लगाई जाती हैं। यदि ऊँचाई में कोई शीघ्र परिवर्तन करना आवश्यक हो तो इस पानी से बोझ को ठीक करने का काम लिया जाता है।

जहाज की पूरी लम्बाई भर में सब गाड़ियों में जाने का मार्ग होता है। अतएव इन जहाजों द्वारा लम्बी यात्रा करने में यात्री घूमने का पर्याप्त व्यायाम कर सकता है, यद्यपि वह पृथ्वी के ऊपर दो मील होते हैं। यहाँ यात्रियों के सोने के कमरे भी होते हैं। वहाँ झूलने के समान बड़े आराम वाले सोने के बिस्तर बने होते हैं। बिस्तर पर जाने के लिए यात्रियों को नीचे की गाड़ियों से ऊपर की मंजिल में जाना होता है।

### हवाई जहाज के अन्दर की सुविधाएँ

अधिकांश जहाजों के युद्ध के वास्ते बनाए जाने से इनको बनाने में आराम पहुँचाने का उद्देश्य नहीं था। किन्तु आजकल संसार-भर में एक से एक अधिक सुविधा वाले हवाई जहाज बन गए हैं। आजकल आराम पहुँचाने पर विशेष ध्यान दिया जाता है। समय बिताने के उत्तम कमरों, भोजन करने के कमरों और प्राइवेट कमरों का आजकल सब बड़े-बड़े हवाई जहाजों में प्रबन्ध रहता है। भोजन बनाने के प्रबन्ध का भी विशेष ध्यान रक्खा जाता है, बरबई से लन्दन तक की लम्बी यात्रा में जो वाष्प के जहाज से १५ दिन में पूरी होती है—यात्रियों को प्रथम श्रेणी के होटल के समान आराम पहुँचाया जाता है।

### हवाई जहाजों के ठहराने का प्रबन्ध

आकाश के इन भोमकय देवों की रक्षा करने के लिए

इनको मकान से रखने का प्रश्न बड़ा भारी सहजपूर्ण है। ब्रिटेन के एक जहाज का मकान १३० फुट ऊँचा है। वह साढ़े आठ एकड़ जगह को घेरे हुए हैं, किन्तु भविष्य में ऐसे जहाजों की आवश्यकता केवल सरम्मत के कामों में ही हुआ करेगी। क्योंकि अभी जहाजों को मस्तूल के ऊपर बाँधने ( Mooring masts ) में यह मस्तूल अत्यन्त सफल सिद्ध हुए हैं। यह मस्तूल बड़ी भारी मीनार के समान होते हैं। इनकी चोटी सदा घूमती रहती है, उनके ऊपर के भाग में जहाज ठहरा दिया जाता है। एक हवाई जहाज ऐसे मस्तूल ( Mast ) पर पचास मोल प्रति घण्टे के तूफान में भी छै सप्ताह तक टंगा रहा। इस पद्धति में एक और बड़ा भारी सुविधा यह है कि हवाई जहाज का जो काम सौ मनुष्यों से होता उसको एक दर्जन व्यक्ति ही सुसमता से कर सकते हैं। यात्री लोग जहाज के एक छेद में मस्तूल को थटका देते हैं, फिर वह जहाज के ढाँचे में टहलते हुए अपनी गाड़ियों में पहुँच जाते हैं।

### हवाई जहाजों की गति

सन् १९१५ में ब्रिटेन के नार० ३४ (R. ३४) नामक हवाई जहाज ने बड़े-बड़े भारी तूफानों और कोहरे का मुकाबला करते हुए भी एटलांटिक महासागर को साढ़े चार दिन में पार किया था। चार दिन के पश्चात् ही यह जहाज फिर गोर्सेप को लैंड पड़ा और इसलिये ५५ घंटों में आ पहुँचा।



बहुत दिनों तक आर ३४ का रिकॉर्ड सबसे बड़ा रहा । किन्तु सन् १९२२ में डिक्समूड ( Dixmude ) नामक फ्रांसीसी हवाई जहाज, जो पहिले जर्मनी के जेपेलिन का एल. ७२ ( L. 72 ) था, फ्रांस के बीच में से निकलता हुआ भूमध्यसागर ( Mediterranean sea ) को पार करके ऐलजियर्स ( Algiers ), ट्यूनिस और सहारा की मरुभूमि में को होता हुआ वापिस फ्रांस आया था । डिक्समूड ने अपनी ४४०० मील की यह यात्रा ११८ घंटों अथवा लगभग पाँच दिन में पूरी की थी ।

### हवाई जहाजों में उन्नति के अन्य विचार

ब्रिटिश सरकार ने अपनी सभी उपनिवेशों के बीच में आकाश यात्रा का प्रबन्ध किया है । इस यात्रा के प्रधान मार्ग को इम्पेरियल एयर रोट ( Imperial Air Route ) कहते हैं । इस मार्ग पर चलनेवाले ब्रिटेन के हवाई जहाजों की गति ऊपर कही हुई गति से भी अधिक है । उनमें नये ढङ्ग के एंजिन लगाए गए हैं, इन एंजिनों में पेट्रोल के स्थान में एक सुरक्षापूर्ण और भारी तेल जलता है । हाईड्रोजेन के भड़कने योग्य होने के कारण यह प्रस्ताव किया गया है कि हवाई जहाजों के चारों ओर एक ऐसे गैस की जैकेट हो, जो जल न सके । वह गैस हीलियम ( Helium ) ही हो सकता है । अब बहुत कुछ

आशा होगई है कि हीलियम बहुत कुछ हाइड्रोजेन का स्थान ले लेगा। इस समय संसार में हीलियम बहुत कम उत्पन्न होता है। हाइड्रोजेन के गुब्बारों के चारों ओर हीलियम की जैकेट को पहनाने का विचार तब तक बड़ा अच्छा है, जब तक हीलियम इतनी अधिक मात्रा में उत्पन्न न होने लगे कि वह हाइड्रोजेन का स्थान पूरी तरह से ले ले।

सूर्य के बिम्ब में हीलियम पहिली-पहिल सन् १८६८ में दिखलाई दिया था। सन् १८८५ से आगे यह पृथ्वी की कुछ खानों में भी मिलने लगा। कनाडा और संयुक्त राज्य अमरीका में इसको व्यापारिक रूप में उत्पन्न करने के प्रयोग किये गये, जो बराबर उन्नति कर रहे हैं।

यद्यपि हीलियम हाइड्रोजेन के समान तैरनेवाला नहीं है, तथापि इसके और भी बहुत से लाभ हैं। हीलियम के उपयोग से हवाई जहाज के एंजिन को नीचे गाड़ी में रखने के बजाय ढाँचे में रखना सम्भव हो जावेगा। हीलियम के उपयोग से सवारी गाड़ियों के वर्तमानरूप को भी बदला जा सकेगा। अतः चारों ओर से काफी साफ हो जाने पर हीलियम के हवाई जहाज की गति का वेग भी बहुत अधिक बढ़ जावेगा। उस समय हवाई जहाजों का उपयोग बहुत अधिक बढ़ जावेगा और यह मनुष्य जाति की अधिक से-अधिक सेवा कर सकेंगे।

## हवाई जहाज का व्यावहारिक रूप

हवाई जहाज के सामने एक पंखा होता है, जिसे एअरस्कू (Airscrew) अथवा प्रायः प्रापेलर (Propeller) कहते हैं, उसमें ऊपर उठने के लिये पंख भी होते हैं, यदि हवाई जहाज के दोनो ओर एक ही पंख हो तो उसको मोनोप्लेन (Monoplane) कहते हैं। किन्तु यदि उसके दोनो ओर दो-दो पंख हो तो उसको बाईप्लेन (Biplane) कहते हैं। आजकल प्रायः दो पंख वाले हवाई जहाज ही बनते हैं।

हवाई जहाज जब पृथ्वी पर रहता है तो अपने दो पहियों पर खड़ा रहता है, जिससे यह उन पहियों के बल पृथ्वी पर तब तक दौड़ता रहे जब तक उसके पंख उसको ऊपर न उठा ले। हवाई जहाज की पूँछ के नीचे लकड़ी अथवा धातु का एक तिरछा टुकड़ा हाता है, इसको टेल-स्किड (Tail Skid) कहते हैं। यह जहाज के पृथ्वी पर खड़ा रहते समय उसको थामे रहता है और उसके आकाश से पृथ्वी पर आते ही पृथ्वी पर गिर पड़ता है, जिससे यह जहाज को पृथ्वी पर घसीटकर ब्रेक का काम देता है।

हवाई जहाज की गति को आकाश में तीन ओर से काबू में किया जाता है। ऊपर चढ़ने और नीचे उतारने के लिए ऊपर और नीचे की गति को, तथा ठीक मार्ग पर जाने के लिये बराबर की गति को।

## भारतवर्ष में हवाई जहाजों का उपयोग

महायुद्ध के पश्चात् भारतवर्ष में भी हवाई जहाज स्थान-स्थान पर दिखलाई देने लगे। २० फरवरी सन् १९२७ ई० में भारत की राजधानी नई देहली में हवाई जहाजों की एक प्रदर्शनी हुई थी, जिसमें साम्राज्य के सब भागों के अधिक-से-अधिक हवाई जहाज आये थे, इनमें से एक हवाई जहाज में तो ५० आदमी बैठे हुए थे।

आजकल भारत सरकार ने भारत के मुख्य नगरों में हवाई जहाज से डाक ले जाने का प्रबन्ध कर दिया है, बम्बई से देहली, देहली से कलकत्ता और पेशावर को यात्रियों के जाने की भी सुविधा है।

नई देहली में कई ऐसी स्थाएँ हैं, जो हवाई जहाज चलने की शिक्षा देती हैं। भारत के दो तीन धना व्यक्तियों ने मिलकर यहाँ के 'हिमालय एअरवेज लिमिटेड' नाम की एक कम्पनी का स्थापना की है। यह कम्पनी गर्मियों में यात्रियों को हरिद्वार से श्री बद्रीनाथ और केदारनाथ को ले जाती है। कश्मीर की यात्रा का भी यह कम्पनी शीघ्र प्रबन्ध करने का विचार कर रही है। जाड़ों में पहाड़ों का मार्ग बन्द हो जाने पर यह कम्पनी अपने हवाई जहाजों को लेकर भारतवर्ष के प्रधान-प्रधान नगरों के नागरिकों को आकाश की सैर कराया करती है।

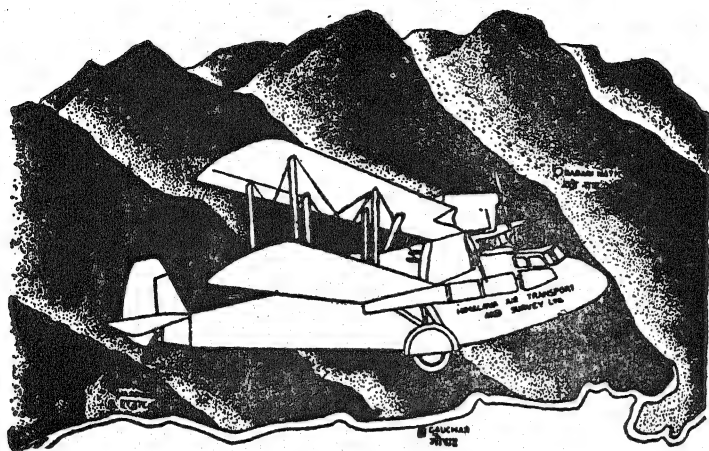
इस कम्पनी के पास कई हवाई जहाज हैं। इस के

सबसे बड़े और प्रसिद्ध हवाई जहाज का नाम 'हनुमान' है, इसमें दस यात्री बैठ सकते हैं। यह तीन एंजिनो से चलता है। इसके एक दूसरे हवाई जहाज का नाम 'पुष्पक' है। इन सब हवाई जहाजों में यात्रियों की गाड़ी अन्दर ही होती है।

यदि हीलियम गैस पर्याप्त मात्रा में मिलने लगा तो हवाई जहाज सस्ते भी काफी हो जावेगे। उस समय आशा है कि भारत में हवाई जहाजों का प्रयोग मोटरों के समान सार्वजनिक हो जावेगा।

संसार-भर में हवाई जहाजों को किराए पर चलानेवाली सब से बड़ी कम्पनी 'इम्पोरियल एअर वेज' है। इसके हवाई जहाज लन्दन से योरोप, इराक, भारत, तथा सिहा-पुर होते हुए सीधे आस्ट्रेलिया तक जाते हैं, इसकी दूसरी सर्विस लन्दन से दक्षिणी अफ्रीका के ठीक सब से नीचे के स्थान तक जाती है। पण्डित जवाहरलाल नेहरू अपनी बीमार पत्नी से मिलने के लिए इसी कम्पनी के हवाई जहाजों में गए थे। इस कम्पनी के हवाई जहाजों में बड़े-बड़े होटल तक हैं। हवाई जहाजों की यह उन्नति वास्तव में आश्चर्य में डालनेवाली है। इस कम्पनी के हवाई जहाजों का नियमित रूप से भारत में आना-जाना दिसम्बर सन् १९३४ ई० से आरम्भ हुआ है।

इस समय करांची से मदरास तथा करांची से लाहौर



‘हिमालय एयरवेज’ कम्पनी का ‘हनुमान्’ नामक हवाई जहाज  
हिमालय पर्वत पर उड़ रहा है।



उक्त कम्पनी का ‘पुष्पक’ नाम का  
हवाई जहाज।



उक्त कम्पनी का एक सवारी वाला  
हवाई जहाज।



को भी सप्ताह में दो बार हवाई जहाज जाते हैं।

दिसम्बर १९२४ से भारतीय डाकखानों ने भारतवर्ष के अन्दर भी प्रधान-प्रधान नगरों में हवाई जहाज से डाक ले जाना आरम्भ कर दिया। इससे केवल डाक-विभाग की ही बड़ी भारी उन्नति नहीं हुई, वरन् भारतीय व्यापार को भी लाभ पहुँचा है। गत वर्ष में दो नई हवाई जहाज की कम्पनियाँ खुली। पहिली देहली की हिमालय एअरवेज लिमिटेड, और दूसरी ब्रह्म-देश की इरावदी फ्लॉटीला ऐण्ड ऐअर वेज लिमिटेड है। प्रथम कम्पनी आरम्भ में यात्रियों को हरिद्वार से बद्रीनाथ तथा केदारनाथ तक ले जाती थी, किन्तु अब उसने कश्मीर, शिमला-आदि अन्य अनेक स्थानों के लिये भी हवाई यात्रा का प्रबन्ध कर दिया है। द्वितीय कम्पनी अपना कार्य ब्रह्मा में ही करती है।

हवाई जहाजों से व्यापारिक माल भी आता जाता है। सन् १९३३ ई० में १९, ११, ६२६) रु० का सामान्य माल भारत के बाहिर से हवाई जहाजों द्वारा आया। किन्तु सन् १९३४ में यह संख्या केवल ५, ३५, ८३१) रुपए मात्र ही रह गई। जवाहिरात सन् १९३३ में ३१, ४८, ६८५) रुपए के आए थे, किन्तु सन् १९३४ ई० में यह ३८, ७८, ३५५) रुपए के आये।

### फ्लाईङ्ग क्लब

भारतवर्ष में उस समय से हवाई जहाजों की रुचि



इतनी अधिक बढ़ती जाती है कि स्थान-स्थान पर उड़नेवाले क्लब खुलते जाते हैं। इस समय भारतवर्ष में निम्नलिखित ८ फ्लाइट क्लब हैं—

( १ ) देहली फ्लाइट क्लब देहली, ( २ ) कराँची ऐअरो क्लब कराँची, ( ३ ) बम्बई फ्लाइट क्लब जुहु बम्बई, ( ४ ) मद्रास फ्लाइट क्लब मद्रास, ( ५ ) बङ्गाल फ्लाइट क्लब डमडम, ( ६ ) युक्तप्रोतीय फ्लाइट क्लब लखनऊ और कानपुर, ( ७ ) उत्तरीय भारत फ्लाइट क्लब लाहौर तथा ( ८ ) जोधपुर फ्लाइट क्लब जोधपुर।

### व्यक्तिगत हवाई जहाज़

भारतवर्ष में सन् १९३३ में व्यक्तिगत हवाई जहाज़ ३३ थे, किन्तु सन् १९३४ में व्यक्तिगत हवाई जहाज़ ४२ हो गए। सन् १९३५ में कुछ अन्य व्यक्तियों ने भी हवाई जहाज़ मोल ले लिए हैं। यह आशा की जाती है कि एक दिन हवाई जहाज़ों का प्रयोग भी मोटर कारों के समान सार्वजनिक हो जावेगा।

### दुर्घटनाएँ

सन् १९३३ में कुल २६ दुर्घटनाएँ हुईं, किन्तु सन् १९३४ में २६ ही हुईं। इनमें से इस वर्ष चार व्यक्ति मरे और चार सख्त घायल हुए। २६ दुर्घटनाओं में से छः भारत के बाहर और दो पृथ्वी पर ही हुईं।

## तीनवाँ अध्याय



### उपसंहार

इस पुस्तक में शक्ति और उसके आविष्कारों का वर्णन किया गया है। शक्ति के साधनों में सूर्य को सब से बड़ा साधन बतलाया गया है, क्योंकि कोयले में उसी की शक्ति है। तेल वाष्प और गैस में भी अप्रत्यक्षरूप से सूर्य की ही सहायता है।

#### शक्ति का एक नया साधन

प्रत्येक मोटरकार स्प्रिट से चलती है। स्वाभाविक तेल पृथ्वी में से निकलते हैं। सम्भवतः उनकी रचना भी कोयले की अपेक्षा अर्वाचीन नहीं है। किन्तु मोटर की स्प्रिट को बड़े भारी परिमाण में बैक्टेरिया ( Bacteria ) से बनाया जा सकता है। हम अनाज, पुआल और घास को जोश दे सकते हैं, वास्तव में सभी सस्ती और व्यर्थ की हरियाली को जोश दे सकते हैं, और इस जोश दी हुई शराब को शुद्ध करके सुरासार अथवा ऐलकोहल

( alcohol ) बना सकते हैं। भावी सन्तति के लिए शक्ति का यह भी बड़ा भारी साधन बनेगी। इस शक्ति का उपयोग विनाशात्मक कार्यों में न होकर रचनात्मक कार्यों में होगा।

### शक्ति देनेवाला आश्चर्यजनक भारतीय वृक्ष

ऐलकोहल की शक्ति केवल अनाज, आलू, और पुआल से ही नहीं बनती, किन्तु यह आजकल बड़े परिमाण में फूलों से भी बनाई जा रही है। भारतवर्ष में महुए का वृक्ष बड़ा प्रसिद्ध है। मध्यप्रान्त में यह वृक्ष बहुत अधिक होता है। हैदराबाद में भी यह बहुत होता है। इसको बोना नहीं पड़ता। यह अपने आप ही जङ्गलों में बहुत अधिक उत्पन्न होता है। केवल हैदराबाद के ही महुए से प्रतिवर्ष साढ़े तीन लाख गैलन ऐलकोहल बनाई जा सकती है। महुआ केवल एञ्जिनो को ही शक्ति नहीं देता, इसकी शराब भी बनती है। इस के गिरे हुए फूलों के भोजन से मध्यदेश में लाखों मनुष्यों का पेट पलता है। वह पशुओं के भी खाने के काम में आते हैं। इसकी स्प्रिट की परीक्षा करने पर पता लगा है कि यह किसी भी मोटर के एञ्जिन को सुगमता-पूर्वक चला सकती है।

### सूर्य-द्वारा चलाया हुआ एञ्जिन

मिस्टर फ्रैंक शूमैन नाम के एक अमरीकन अन्वेषक

ने सीधे सूर्य की उष्णता का उपयोग एक आश्चर्यजनक एंजिनो में किया है। इस एंजिन का मिश्र देश में कुछ सफलता पूर्वक उपयोग किया गया है।

उष्ण कटिबन्ध के देशों में गर्मी अधिक पड़ने से वहाँ सूर्य की उष्णता इतनी अधिक बढ़ जाती है कि उस से पानी के तापमान को काफी अधिक बढ़ाया जा सकता है। यह कार्य सूर्य की किरणों को आतशी शीशे में एकत्रित करके किया जा सकता है। मिस्टर शूमैन ने एक विशेष बॉएलर (एंजिन की भट्ठी) बनाकर और एक कम वेग से काम करनेवाले वाष्प के एंजिन का आविष्कार करके खेतों की सिचाई के लिए सूर्य-द्वारा पानी खींचने योग्य काफी शक्ति उत्पन्न करती थी। कोयला कम मिलनेवाले स्थानों में ऐसे सूर्य के एंजिनो का महत्व बहुत अधिक है।

### वायु की चक्की

वायु की चक्की शक्ति का दूसरा साधन है। इस्वीनियरो ने डायनमो को चलानेवाले नये-नये वायु के पहियों का आविष्कार किया है। इनको बिजली को ऐक्यूमूलेटरो में एकत्रित किया जा सकता है। इस एकत्रित बिजली से वायु के रुक जाने पर काम लिया जा सकता है, ऐसी चक्कियों से कम इंधनवाले योरोप के गावों और खेतों में काम लिया जाता है।

## ज्वालामुखियों की शक्ति

इटली में कोयला, तेल अथवा भरने कुछ भी नहीं हैं। अतएव वहाँ इञ्जीनियरो ने शक्ति के किसी अन्य साधन को खोजना आरम्भ किया। अन्त में उनको पृथ्वी के गर्भ की ज्वालामुखियों की शक्ति का ध्यान आया। आज वह अनेक प्रयोगों के पश्चात् उस शक्ति का उपयोग करने में बहुत कुछ सफल हो गए हैं। ज्वालामुखियों की उष्णता को नलों-द्वारा पृथ्वी पर लाकर उनसे एञ्जिन चलाए जाते हैं और बिजली बनाई जाती है। सम्भव है कि शक्ति के इस साधन का भविष्य में अधिक-से-अधिक उपयोग किया जा सके।

## जल की शक्ति

जल की शक्ति का पीछे वर्णन किया जा चुका है। इस समय इटली, नार्वे, स्विट्जरलैंड, संयुक्त राज्य अमरीका, जर्मनी और कनाडा में भरने और दरियाओं की शक्ति का अधिक-से-अधिक उपयोग किया जा रहा है।

चन्द्रमा-द्वारा उठाई जानेवाली समुद्र की लहरों तक को इञ्जीनियरो ने नहीं छोड़ा। लहरों से ऊपर जाते समय कुछ नहीं बोला जाता, किन्तु उनके ऊपर पहुँचते ही उनको टर्बाइन ( Turbines ) में लेकर उसको डाइनमों में ले जाकर उससे बिजली बनाई जाती है।

## गैस से शक्कर बनाना

वैज्ञानिक लोग कारबन डायोक्साइड और जल में से प्रकाश की एक किरण-द्वारा शक्कर निकाल चुके हैं। शक्कर का स्टार्च बनाना तो बिल्कुल सुगम है।

## बिजली का भविष्य

बिजली सदा ही शक्ति का आदर्श रहेगी। दस सहस्र हॉर्स पावर के वाष्प के ऐंजिन अथवा पानी के टरबाइन ( Turbine ) की शक्ति को बिजली की करेट के रूप में धातु के दो तारों में सहस्रों मील तक ले जाया जा सकता है और वहाँ उसको फिर यन्त्रीय-शक्ति बनाया जा सकता है। बहुत से देशों में बड़ी-बड़ी दूरी वाली रेलों में भी बिजली का उपयोग किया जाने लगा है। दूसरे देश भी अपने यहाँ की जन की शक्ति की बिजली बनाने और उसको दूसरे देशों में भेजने का उद्योग कर रहे हैं।

**\* समाप्त \***

## परिशिष्ट



Accumulator	विद्युत शक्ति को एकत्रित करने का यंत्र ६६, ३३३
Acetylene gas	ऐसीलीटीन गैस ११५
Aerial	आकाशीय तारों का तार २२१
Alchemist	कीमियागर, रस सिद्ध १११
Alcohol	ऐलकोहल, सुरासार ३६०
Alternating current	क्रमिक करंट ५५, २६८
Aluminium	ऐल्यूमीनियम १२१
Amperes	करंट को नापने को इकाइयाँ ५७
Annular change	कुण्डलाकार परिवर्तन ३४
Arc	विजली का फुलिंगा १०८
Arc Lamp	आर्क लैम्प ११, २३६
Argon	आरगन नाम का गैस १०६
Armature	आरमेचर ५, ५५
Atmosphere	वायुमण्डल ३४२
Atmospheric Engine	वायु का इंजन २६५
Atoms	परमाणु २, ११, ४७, १२६, २६२
Aurora Borealis	उत्तरी प्रकाश ३८
Automatic Signal	स्वयं होने वाले सिगनल २६८
Automatic Telephone	स्वयं सम्बन्ध मिलानेवाले टेलीफोन १६६

Barium Platino Cyanide	बरियम प्लैटिनो साईनाइड	२५०
Barometer	बरोमीटर-वायु नापक यंत्र	३२३
Battery	बैटरी	६६
Bauxite	बाक्साइट धातु-पेक्यूमीनिय	
	का उत्पादन	१२१
Benzol	बेंज़ोल् बामक कोयले से	
	निकलेलाका एक पदार्थ	२७६, २८६
Biplane	दोनों ओर से दो पंखवाला	
	इवाई-जहाज़	३२४
Boiler	पंजिन की भट्टी-बॉयलर	२६५,
		३२७-
Broadcasting	बेतार-द्वारा संवाद का दूर-दूर	
	तक प्रचार करना	२२५, २४५
Bronze	कांसा	१७०
Bulb	बल्ब-बिजली की बत्ती	१०३
Bunsen cells	बुनसेन सेल	४६
Bus bars	कारखाने में स्विच से जुड़े हुए	
	बस बार नाम के भिन्न-	
	भिन्न ढाहनेमों	६०
Calcium Carbide	कैल्शियम कारबाइड-भट्टी में	
	पकाया हुआ चूना और	
	कारबन	११५, ११६
Carbon	कार्बन,	२८०
Carbon Filament Lamp	कार्बन के तार के लैंप	१०१
Carbon Dioxide	कारबन डायोक्साइड	२७८, २०५
Carbon monoxide	कारबन मोनोक्साइड	३१५



'Carbonised bamboo	कारबन किये हुए बांस	१०१
Cathode Rays	कैथोड किरण	२४६, २५८
Cell	बैटरी या बैटरी का खोला	६६
Charged	भरा हुआ, प्रवाहित	७४
Charred wire	जले हुए तार	१०१
Chemist	रसायनिक	११२, १२८, २७६
Chlorine	क्लोरीन	४७
Chronometer	क्रोनोमीटर, जहाज़ की विशेष घड़ी	३२४
Circuit	सर्कट—पेरा	२६६
Code Signals	पारिभाषिक संकेत	२२६
Coil	कोइल, तार या रस्सों के लच्छे	४६
Coke	कोक—गैस निकला हुआ कोयला	३११, ३१२
Compass	कुतुबनुमा, ध्रुव-प्रदर्शक यन्त्र	२७
Condenser	जमानेवाला यन्त्र	२६६
Conductive medium	प्रवाहक साधन	२६४
Conductor	प्रवाहक अथवा कण्टेक्टर	१६, २६, ४६, १६३, १८६, २६२, २६६, २६६
Convection	कनवेक्शन या उबलना	२६२
Crook's Tube	क्रुक्स नली	२४६, २६२
Crude compass	अस्थायी कुतुबनुमा	६
Crucible	धातुगलाने का बर्तन, मूस	११३
Cut out	कट-आउट	६०
Cyanamide	स्यानामाइड—एक प्रकार का खोद	११६

Cylinders	बेलन	२३, ४६
Decompose	विरलेषण करना	६१
Dip	झुकाव	३५
Direct Current (D. C.)	सीधा विद्युत् प्रवाह	१५, २३८
Directional Aerial	एक दिग् सूचक आकाशीय	
	तार	२२३
Disc	चक्र	१६२, १६३, १७३
Discharge	द्योतना	२२०, २२२
Duralumin	ड्यूरैलुमिन नाम का धातु	३४८
Dynamo	डाइनेमो	५२, ३३३
Electric Arc Light	वोल्ट विद्यु प्रकाश	
Electric circuit	विजली का सर्कट अथवा वेरा	२२४
Electric Indicator	विजली का निर्देशक	६०
Electric Sun	विजली का सूर्य	११८
Electrodes	एलेक्ट्रोड	११८
Electro Magnet	एलेक्ट्रो मैग्नेट	६५
Electro Motor	विजली का मोटर	१२७
Electrons	विद्युत ग्रंथ	२, १३, १२६, १३०
Electro Phonic Tele- graph	एलेक्ट्रो फोनेटिक टेलीग्राफ	१८१
Electroplating	विजली के द्वारा कड़ई करना	८५
Elements	तत्व	३०४
Elevators	ऊपर उठानेवाला यन्त्र	३४६
Ether	आकाश अथवा ईथर	३, १२४, २०७
Evaporation	वाष्पीकरण	२४, ३२१
Exchange	टेलीफोन का दफ्तर, एक्सचेंज	१६०

Fertiliser	फ़रटीलाइज़र-खाद	११०
Filament	कारबन के बारीक तार	१०१,- २३८,२५८
Franklin's Pane	फ़्रकलिन का एक पेन-प्रारम्भिक ऐक्यूमुलेटर	६६
Fuse	फ़्यूज़	६१,६२
Gas	गैस	२८३
Generator	बिजली उत्पन्न करने की मशीन	२२२
Grid	सर्पाकार तार का जाल	६८,२३८
Half Watt Lamps	हाफ़वाट लैम्प	१०६
Helium	हीलियम	३५२
Horse Power	हॉर्स पावर	८
Horse Shoe magnet	घोड़े की नाज़-जैसा चुम्बक	३७
Hydraulic Press	पानी की शक्ति से चलनेवाला दाबने का यन्त्र	१०५
Hydro Carbon	हाइड्रो कार्बन	२८६,३१४
Hydrogen	हाइड्रोजन, उद्जन	४४,२८०,३०४- ३४३
Hydrogen Sulphide	हाइड्रोजन सल्फाइड गैस	३१३
Induction Coil	उपपादक कुण्डला	१८८,२०७,२२० २२१,२२२,२५२
Ingot	धातु का टुकड़ा या छड़	११३
Insulator	इन्सुलेटर अथवा पृथक् करने वाला	१६
Ions	आयन, अंश	४७

Kilowatt	एक सहस्र वाट की बिजली	११४
Lead	शोशा	१२७
Lever	ताली	१७०
Lechlanche Battery	लेक्लांशे नाम की बैटरी	४६
Leyden jar	लीडेन जार	२२७
Lightning Conductor	विद्युत्प्रवाहक	२६
Litharge	मुदीशंस	६८
Loading Stone } Lodestone }	निर्देशक पत्थर	२८, ३६, १२२
Lubricating Oil	लुब्रीकोइंग ऑयल	२८७
Magnet	चुम्बक अथवा मैग्नेट	२७
Magnetic	चुम्बकीय	३४
Magnetic Foree	चुम्बक शक्ति	१३३
Magnetic Meridian	ध्रुव निर्देशक वृत्त	३६, ३६
Magnetic Poles	चुम्बकीय ध्रुव	३०
Magnetic Power	चुम्बक शक्ति	२६, ४६
Magnetise	चुम्बक शक्ति युक्त करना	३६, १३३
Magnetism	चुम्बक शक्ति	२, ६, २८, १२६
Mains	मेन-बिजली बनाने के स्थान से कनज्यूमर के पास बिजली लेजानेवाले मोटे तार	६३
Matter	पदार्थ	३, १२
Mechanical Power	यन्त्रीय शक्ति	६, १२६
Metal Contact	धातु का सम्बन्ध	८४
Meter	काम में आई हुई बिजली को मापने का यन्त्र	६३

Methane	मेथेन नामक कोयले की खानों में की विस्फोटक गैस २७८, ३०६
Microphone	सन्धु श्रावक यन्त्र १४, १७१, २३७ २४३
Milk of Lime	चूने का पानी ११८
Molecules	अणुओं, अस्तरेणु ३१, ४७
Monoplane	दोनों ओर एक पंखवाला इवाई जहाज़ ३५४
Mono-oxide of Carbon	मोनोक्साइड ऑक्सी कार्बन गैस ११६
Morse Key	मोर्स की परिभाषिक कुंजी १३१, २२१
Morse Telegraph Key	मोर्स की टेलीग्राफ की कुंजी २१२
Negative	ऋण अथवा नेगेटिव १२, १७, २३३
Negative Pole	ऋण ध्रुव २५८
Newcomen's Steam Engine	न्यूकोमेन का वाष्प का पंजिन २७६
Nickel gird	निकेल गर्द ७१
Nitrate of Lime	नाइट्रेट ऑफ लाइम ११७
Nitric oxide	नाइट्रिक ऑक्साइड ११७, ११८
Nitrogen	नाइट्रोजन, नाइट्रोजेन २५, १०६ २४८, ३०४, ३०६
Non Conductor	अप्रवाहक अथवा नान कंडक्टर १३
Ohm	ओहम ४६ ५७

Order wire	आर्डर वायर्ड-टेलिग्राफ वॉर्ल्ड को जोड़नेवाले टेलीफोन के तार १६३
Oxide of Iron (Oxygen + Iron)	लोहे का जंग ३०५
Oxide of Lead	सिंदूर ६८
Oxide of Tungsten	ऑक्साइड ऑफ टंगस्टन १०५
Oxygen	ओक्सीजन, ऑक्सीजेन ४४, ३०४, ३०६
Paraffine wax	पैराफ़ीन वाक्स अथवा नकली मोम २८८
Paste	जेही ६८
Petroleum	मिट्टी का तेल २८०
Phonograph	फोनोग्राफ २३०
Photographic Receiver	बेतार के समाचारों को रिकार्ड करने का यन्त्र २३०
Phosphorus	फास्फोरस १०६
Pithon	पिस्टन—पेंजिन का एक पुर्जा १२४, २८७
Pilt Ball	सरकंडे के गूदे की छोटी- छोटी गोळियाँ १४७
Plate	पत्तर २३८
Poles	ध्रुव ३०, ४६, ५४, १३१
Positive	धन अथवा पाज़ीटिव १२, १७, २३३
Positive pole	धन ध्रुव २५८

Potential	संभावित अथवा पोटेन्शियल	४३
Pressure	दबाव	१६, १२६, १८५
Quartz	विज्ञौर	६३
Radiator	रेडिएटर	३३७
Receiver	टेलीफोन अथवा बेतार के समाचार के सुनने का आला अथवा ग्राहक यन्त्र	१६५, २१२, २४४
Receiving Set	ग्राहक यन्त्र	२०६
Rectifier	शुद्ध करने वाला यन्त्र	२२८
Relay system	पुनः शक्तिदान प्रणाली	१६७
Reproducer	द्वारा सुनाने वाला क्रोनोग्राफ का यन्त्र	१६६
Residual Magnetism	अवशिष्ट चुम्बक	२५३, २६८
Resistance	बाधा	५०, ५७, ७७, १२०, १३६, १८७
Resonance	गूँहा प्रतिध्वनि अथवा शब्द की लहर	२१०
Resonator	प्रतिध्वनि करने वाला यन्त्र	२०६
Rontgen Rays	एक्सकिरण	२४८
Rudder	पतवार अथवा चलाने वाला यन्त्र	३४६
Saltpetre	शोरा	११८
Science of healing	घाव भरने का विज्ञान	८७
Search Light	सर्च लाइट	१०६, ३२२
Secondary Coil	सेकंडरी कोइल	६५, २५३

Selenium	सेलोनियम	१०
Silica	सिलिका	३०६
Singing Arc	गायक आर्क	२३६
Soapstone	सोपस्टोन	१६०
Soda Ash	सोडा ऐश	१०४
Sodium	सेडियम	४७
Spark	चिंगारी, स्पार्क २०६, २१०, २२३, ३३८	
Static Electricity	रगड़ से उत्पन्न होने वाली प्राचीन बिजली	४०, ६६
Storage Battery	बैटरी	६५
Stove	स्टोव-बिजली का चूल्हा	१०२, २१७
Sulphate of Zinc	जस्ते का चार, जिंक सल्फेट	१४७
Sulphur	गंधक	३०६
Sulphuric Acid	गंधक का तेज़ाब	४७
Tail Skid	टेल रिकड-इवाई जहाज़ की पूँछ की खकड़ी	३५४
Tar	वीरोज़ा	३१२
Telectrograph	तार द्वारा छपने अक्षर और चित्र भेजने की प्रणाली	१३८, १४०
Telegraph	तार द्वारा समाचार भेजने की प्रणाली	७६
Telegraphic code	टेलीग्राफ़ का पारिभाषिक कोष	२१२
Telephone	तार द्वारा अपनी शब्द भेजना— बोलचीत करना	७६, ८१



Television	तार-द्वारा दूर के अक्षरों को देखना १४३
Telewriter	तार-द्वारा अपने अक्षर लिखना १३७
Terminal	अन्तिम क्रिनारा ६६
Tourmaline	टोरमैलाइन १६
Transmitter	टेलीफोन या बेतार के समानार को भेजने का वाला अथवा प्रेषक यन्त्र १६४
Tube	तली २२६
Tune of the Signals	संकेतों का स्वर २२३
Tungston	टंगस्टन १०३, २६३
Tuning coil	स्वर देने वाला कोइल वा लवली २२४
Turbine	टर्बाइन नाम का जहाज़ ३२१, ३६१
Unit	बिजली के नापने की इकाई ८५०
Vacuum	शून्याकाश २६२, २६४, ३३७
Voltaic Electricity	वोल्टाइक बिजली २६३
Volts	बिजली के दबाव की इकाई ६७
Valve	वाक्व एक ओर ठकने वाला द्वार २१६, २२६, २३८, २४०, २४४, २६६
Wireless Receiver	बेतार का ग्राहक यन्त्र २०६, २१०
Wolfomite	वॉल्फ्रैमाइट नाम की कसी धातु १०४
X Rays	एक्सकिरण ३, १४, २०, २४८, २४९

हिन्दी में सब से अधिक छपनेवाला  
साप्ताहिक

## चित्रपट

मुख्य विशेषतायें—

निर्भीक आलोचना, उच्चकोटि की कहानियाँ  
सारगर्भित लेख और रंगविरंगे चित्रों से सुसज्जित

हिन्दी का बेजाड़ पत्र

जिसने देखा,

दोस्त-दुश्मन-सभी ने वाह-वाह की !!

आप आप आप  
ग्राहक बनिये विज्ञापन दीजिये माँगकर पढ़िये

नमूने के लिये

(=) के टिकट भेजिये

मूल्य

साधारण अंक का

(=)

वार्षिक

(१२)

आजीवन का

(१०१)